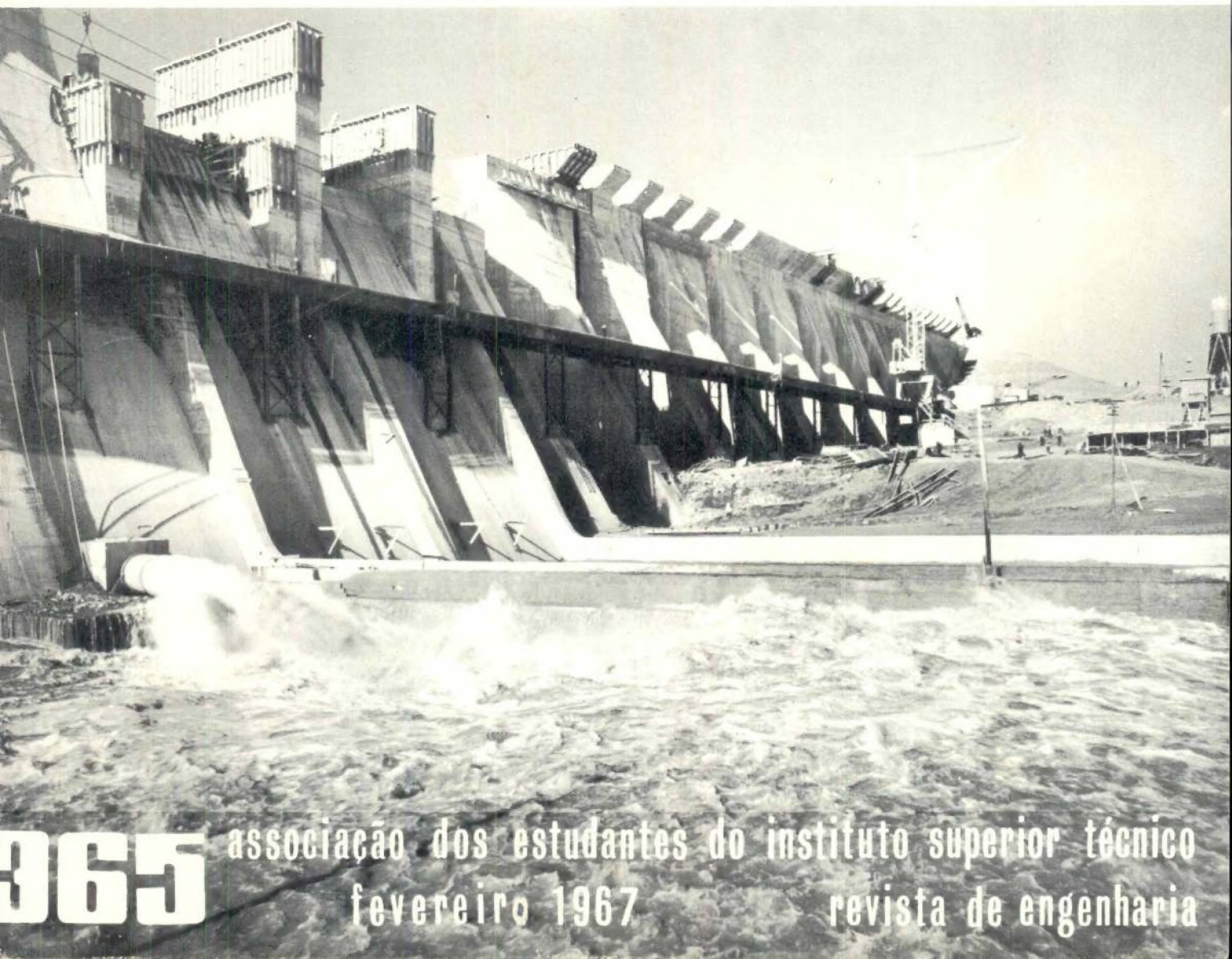
técnica



365 associação dos estudantes do instituto superior técnico
fevereiro 1967 revista de engenharia

HELIAÇO

VARÕES DE AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO TIPO A. 40
(«Heliaço» e «SNT 40»)

TENSÕES DE SEGURANÇA
Ra = 2400 kg/cm²
e
Ra = 4000 kg/cm² (SISMOS)

Literatura e Tabelas de Cálculo fornecidas gratuitamente

HELIAÇO, LDA.

R. DE S. JULIÃO, 41, 4.º D. — LISBOA

Tel.: 36 78 17 - 32 37 06 - 36 94 77

Fenner

REDUTORES DE VELOCIDADE
TIPO «PONTA DE VEIO»

mais de cem anos de progresso dos maiores fabricantes ingleses

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
AUTO-LUSITANIA
ALFREDO DUARTE L^da
AV. DA LIBERDADE 73-77 LISBOA

confiança para a construção com

materiais novobra

EM BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

pavimentos
coberturas
vigas de grande vão
asnas
perfis

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS, NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100, 5.º D. - TEL. 77 48 32/766446 - LISBOA-5

CIMENTO SECIL

SECIL

Fábrica:
Outão — Setúbal
Telef. 228824/5

Escritório:
R. do Comércio, 56-3.º
LISBOA 2
Telef. 328201/2/3

técnica

*NUMERO 365 * FEVEREIRO DE 1967 * ANO XLII * VOLUME XXIX * PUBLICAÇÃO MENSAL*

Director
Assis Farinha Martins

Administrador
V. M. Martins Pinto

Secretário
Victor Coias e Silva

Redactores
Carlos A. C. Monteiro
J. E. Pinto Ferreira
João M. G. Caraça

Editor e Proprietário
Associação dos Estudantes
do Instituto Superior Técnico

Redacção e Administração
Avenida Rovisco Pais
Telefone 77 54 49
Lisboa 1

★

Assinaturas

		5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	—	70$00	130$00
Ultramar, Brasil e Espanha	—	80$00	140$00
Estrangeiro	—	90$00	150$00

Número avulso — 20$00

★

Os artigos assinados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Composto e impresso na Tipografia Jorge Fernandes, Lda. — Rua da Cruz dos Poiais, 103 — Lisboa

SUMÁRIO

211 *ABREU FARO* — **Dos objectivos do ensino superior e da investigação ligada ao ensino. Alguns problemas fundamentais.**
On the aims of university education and researche related to education. Some fundamental aspects.

223 *CARVALHO FERNANDES* — **Amplificadores operacionais em computação electrónica analógica.**
Operational amplifiers in analogic electronic computation.

235 *NUNO GROSMAN* — **Determinação do espaçamento das diaclases de um sistema.**
Determination of the spacing of a joint set

239 *VIRGÍLIO IGREJA* — **Estudo de um sistema de comando automático para o circuito de secagem e absorção de uma fábrica de ácido sulfúrico**
Automatic control of a drying and absorption circuit in a sulphuric acid plant.

*

251 **Vida Escolar e Associativa**
LUÍS VICENTE — Introdução aos sistemas digitais
GONÇALVES CALADO — Algumas Aplicações da Teoria dos Grupos à Química

234-238 **Notas Informativas**
Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional.

271 **Do Mundo Técnico**
Novo método de redução directa dos minérios de ferro. — Divisor variável de frequência para emissores multicanais.

275 **Biblioteca**

CAPA: Barragem do Caia — Descarregador de fundo em funcionamento — SOMEC

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Auto-Lusitânia . . . . . 2.ª da capa
AEG XIX
A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXVIII
Aguiar e Melo, Lda. XXIX
Asea Eléctrica Ld.ª V

C

CIDEX IV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VIII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XXX
Construções Técnicas XXIII

D

Dial XX

E

Electro-Arco, Ltd.ª IV
Empresa de Cimentos de Leiria . . IX e XXXI
Empresa Electro Cerâmica XXVI
Empresa de Produtos Asfálticos. . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XI
Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações XVI
Escodel XX

F

Faber-Castell XVIII
Fábrica Portugal II
Fanafel XVI
Fundações Franki, Lda. I

G

Guedes & Almeida, Lda. VI

H

Heliaço . . . . . 2.ª da capa
Hidrel XXVI
Harker Sumner & C.ª, Ltd. XXV

I — Pág.

Isolux, Ld. XXXII
I. S. T. XXXII

J

J. J. Silva & Irmão XXVI
Jayme da Costa, Lda XVII
Johann Keller XX

M

MAGUE XIII
Monteiro Gomes, Lda. III

N

Novobra, Lda. . . . . 2.ª da capa

R

Rotring XXVII

S

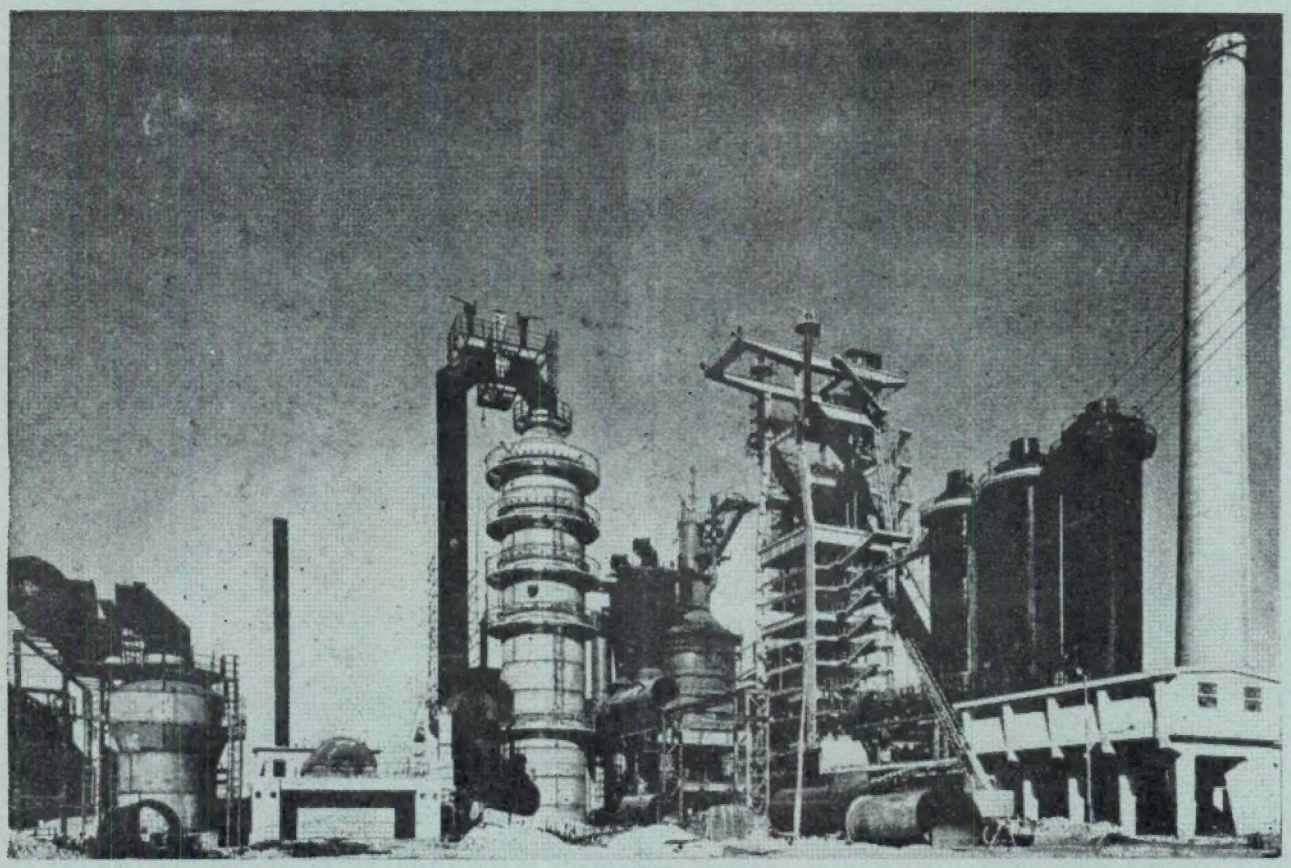
Soc. Const. Amadeu Gaudêncio . . XXVII
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Industrial Metalúrgica XXXII
Soc. Michaelis de Vasconcelos . . . XII
Sociedade Portuguesa de Válvulas XIV
Sociedade Portuguesa Cavan . . . VIII
Sondagens e Fundações A. Cavaco . IV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XX
Sopecate XXXI
Standard Eléctrica VII
STET XXI

T

TAP XXIV

W

Wild Portugal, Lda. XV



ALTO FORNO — SIDERURGIA NACIONAL (Seixal)

Assente sobre Estacas FRANKI

FUNDAÇÕES FRANKI L.DA

RUA BRAAMCAMP, 13-3.º — LISBOA 1 — TEL. P. P. C. 53 41 12/3/4 — ENDEREÇO TELEGRÁFICO: FRANKI — LISBOA

PRÉDIO SANTOS GIL, 6.º ANDAR — SALA 10 — TEL. 9 11 67 — CAIXA POSTAL 1397

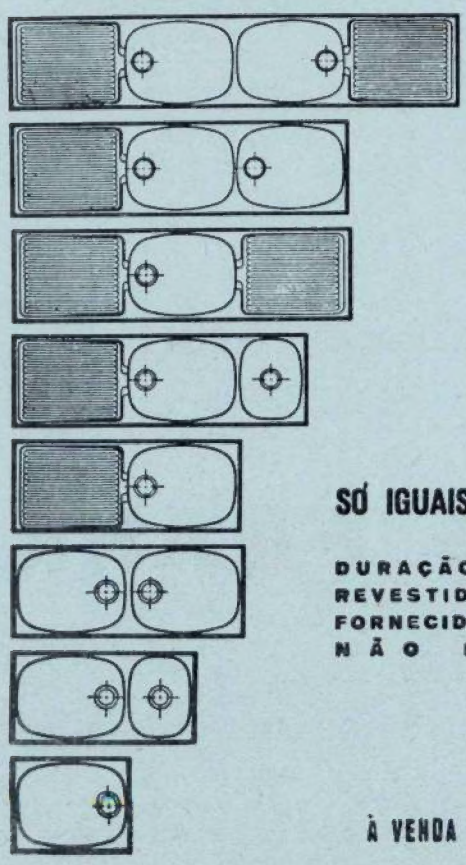
ENDEREÇO TELEGRÁFICO: FRANKI—LOURENÇO MARQUES

USE NA SUA COZINHA UM ELEGANTE LAVA-LOUÇAS DE AÇO INOXIDÁVEL

CONCEBIDO PELA

FABRICA PORTUGAL

PARA MODERNIZAR OS LARES DE PORTUGAL



APRESENTADOS EM

8 MODELOS

"STANDARD"

EXECUTAM-SE FORA DE SÉRIE, MODELOS ESPECIAIS PARA GRANDES INSTALAÇÕES

SÓ IGUAIS AOS MELHORES ESTRANGEIROS

DURAÇÃO ILIMITADA • HIGIÉNICOS
REVESTIDOS DE ISOLAMENTO ESPECIAL
FORNECIDOS COM SIFÃO DE SEGURANÇA
NÃO PARTEM A LOUÇA

•

À VENDA NAS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE

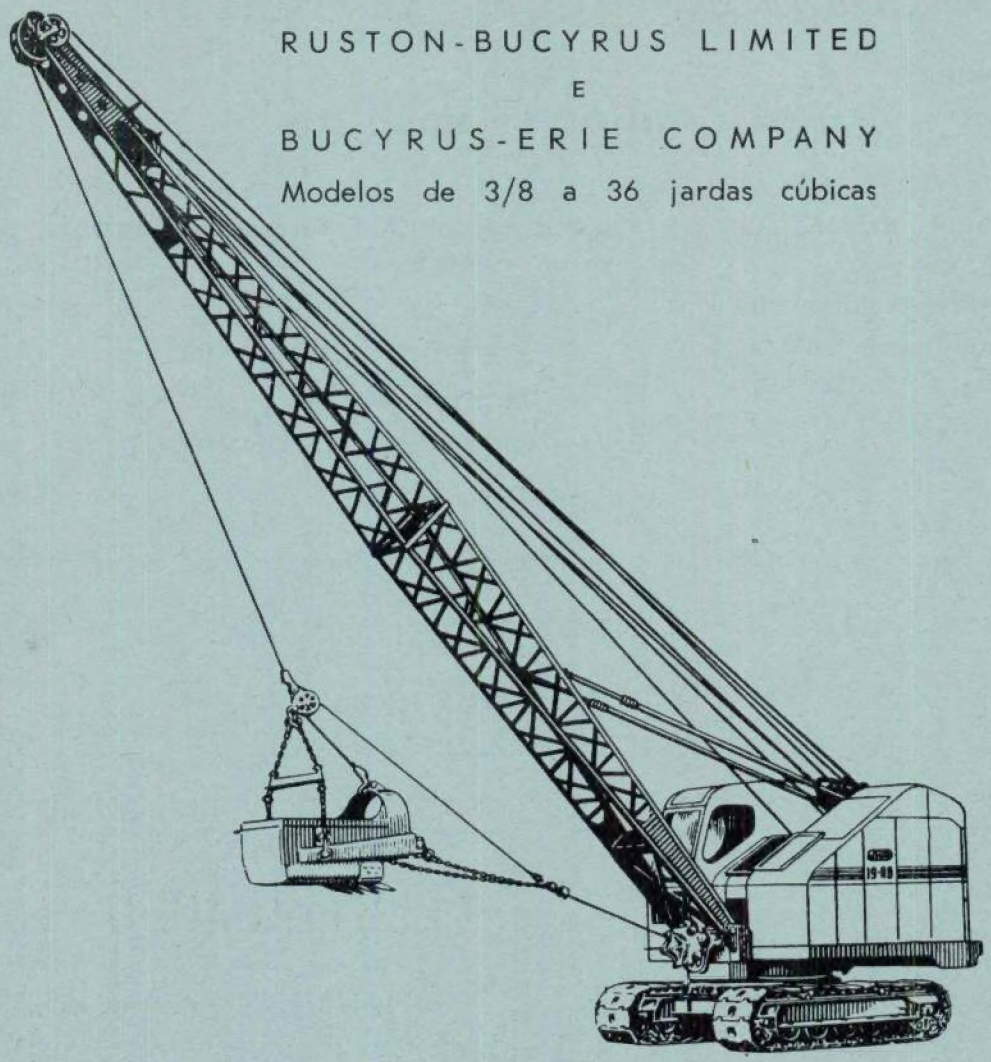
ESCAVADORAS

RUSTON-BUCYRUS LIMITED

E

BUCYRUS-ERIE COMPANY

Modelos de 3/8 a 36 jardas cúbicas



Escavadoras modelo 19 RB,

As escavadoras RUSTON-BUCYRUS e BUCYRUS-ERIE são as mais conhecidas mundialmente e as mais utilizadas em todo o território português

Stock permanente de peças sobresselentes ★ Oficina de reparações
Técnicos e mecânicos especializados ★ Ensino e treino de operadores

Representantes exclusivos para Portugal Continental e Angola

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (ALCÂNTARA) ★ **LISBOA**

LISBOA LUANDA

Bombas centrífugas «PACIFIC»

Construídas por

Batignolles - Chatillon

Especialmente destinadas para:

— Petróleos
— Indústrias quimicas
— Construções navais
— Centrais eléctricas
— Alimentação de caldeiras
— Etc., etc.

Sob as condições de funcionamento seguintes:

— Débitos: 1 m³/h a 10.000 m³/h
— Pressões: altas e baixas
— Temperaturas: −180° C + 500° C
— Líquidos: corrosivos ou não

Para estudos e orçamentos, consultar o representante em Portugal:

CIDEX — Comércio Internacional
e Representações Industriais, Lda.

Av. Casal Ribeiro, 46-2.°/Telef. 73 53 07/LISBOA 1

Pesquisas e captações de água

Sondagens

Rebaixamento de níveis aquíferos

Injecções e consolidações de terrenos

Fundações

Estacas de betão

SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.

R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R/C ESQ. — LISBOA-1
- TELEF. 73 35 45 - 5 95 62 - 55 38 73

ELECTRO-ARCO, L.DA

ELÉCTRODOS ✦ POSTOS ✦ ACESSÓRIOS
PARA A SOLDADURA ELÉCTRICA

*

ESCOLAS DE SOLDADURA

—

MATERIAL APROVADO PELOS
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
BUREAU VERITAS
GERMANISCHER LLOYD

—

LISBOA
Rua Silva Carvalho, 239
Tels. 68 36 49 - 68 48 93

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
Venda Nova — Amadora
Tels. 97 06 13 - 97 17 33

PORTO
Rua do Bolhão, 216
Tel. 2 12 77 - 39 44 73

Pára-raios ASEA para um serviço sem cuidados

Garanta à sua rede eléctrica uma protecção adequada contra os raios!

Pára-raios

protegem os transformadores e restante equipamento

reduzem de modo substancial os fusíveis queimados

Há pára-raios ASEA para todas as tensões e encontram-se em toda a parte do mundo em redes de transmissão e distribuição

Para mais detalhes, contacte com a

uma força criadora no domínio da electricidade

ASEA

ELÉCTRICA, LDA.

SEDE EM LISBOA: R. RODRIGUES SAMPAIO, 18, 5.º
FILIAL NO PORTO: RUA DO CAMPO ALEGRE, 144

WABCO

WESTIN'GHOUSE
AIR BRAKE COMPANY
Construction Equipment Division
Peorta (Ilinois) - 61601

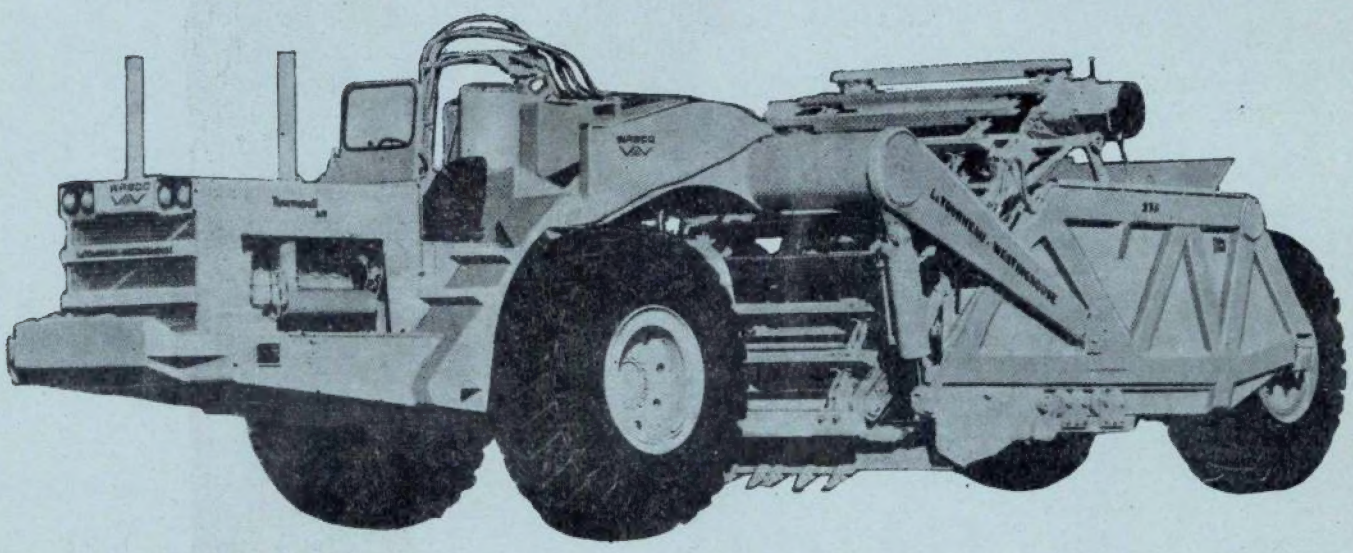
"TOURNAPULL-SCRAPERS"

LE TOURNEAU WESTINGHOUSE

CAPACIDADE DE 11, 21 E 31 JARDAS CÚBICAS

NÃO NECESSITA DE TRACTOR PARA EMPURRE!
UMA SÓ MÁQUINA... UM SÓ OPERADOR...

Escarifica... Carrega... Transporta... Descarrega... Em terrenos de toda a natureza!

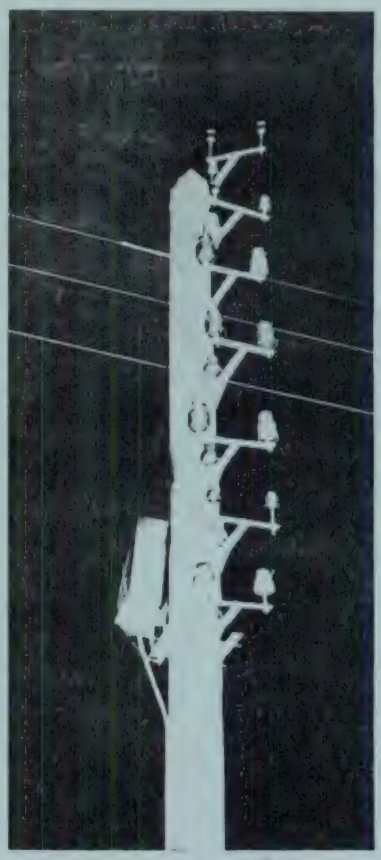


DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO

GUEDES & ALMEIDA LDA.

Rua Áurea, 181-2.º — LISBOA-2 — TELEFS. 32 50 80 e 32 78 45

Através das suas organizações de: LISBOA • LUANDA LOBITO • NOVA LISBOA e Agências de: PORTO, GUINÉ, S. TOMÉ E PRÍNCIPE e CABO VERDE fornecerá todos os elementos técnicos, para criteriosa escolha, assistência técnica e sobresselentes.
A1-a



Conhece todas as aplicações destes rectificadores de selénio, tipo miniatura?

Usados em equipamentos de electrónica, principalmente para o fornecimento de corrente contínua, os rectificadores de selénio, tipo miniatura, encontram muitas aplicações noutros campos, como por exemplo :

— estabilizadores de baixas tensões
— resistências não lineares
— abafadores de faíscas

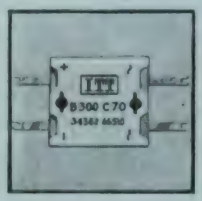
Estas aplicações conduzem à utilização dos rectificadores de selénio no vasto campo das telecomunicações, automação, em equipamentos de comando e medida, etc...

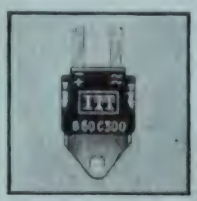
Os processos de fabrico da ITT garantem correntes constantes, nos sentidos directo e inverso, durante todo o período de vida útil, mesmo sob severas condições de temperatura.

A extensa linha ITT de rectificadores de selénio de pequenas dimensões, que compreende mais de 700 modelos miniatura diferentes, abrangendo tipos espalmados, compactos e tubulares, permite, portanto, resolver qualquer problema específico.

Para informações adicionais relativas aos nossos rectificadores de selénio tipo miniatura ou à nossa linha completa de componentes, que se estende desde os micro-módulos às válvulas gigantes de emissão, consulte a :

STANDARD ELÉCTRICA, s.a.r.l.
Avenida da India — Lisboa 3
Telefone: 63 81 71 Telex: 572





componentes electrónicos

ITT Standard

66/2P

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 66 61 86 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS
COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

SOCIEDADE PORTUGUESA
Carvam

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A-LISBOA-1 -TELEF. 47812-50129

Companhia de Carvões e Cimentos do Cabo Mondego

CAL HIDRÁULICA CABO MONDEGO

Fábrica totalmente remodelada

As mais modernas instalações de:

Cozedura	Com ar insuflado
Hidratação	Patente portuguesa projectada e construída em Portugal
Moagem	Automática
Expedição	Máxima rapidez na ensacagem e carregamento

A maior fábrica do País

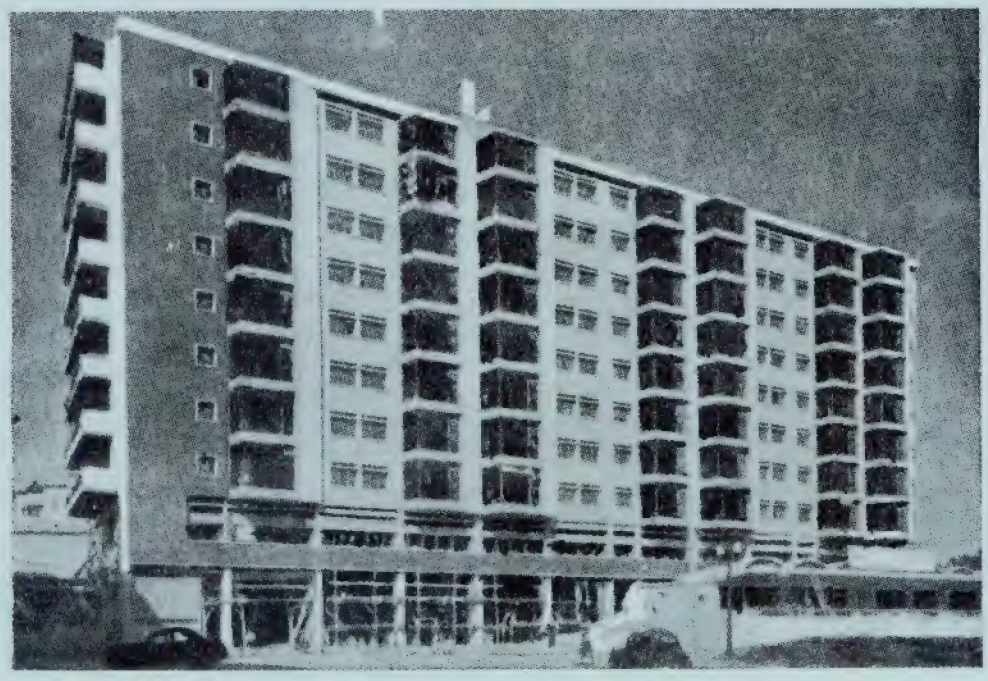
A melhor Cal

A mais barata

Expedição contínua — Dia e noite

Celulite

ISOLAMENTO
TÉRMICO DAS
CONSTRUÇÕES



PAVIMENTOS
*
TECTOS
*
PAREDES
*
CÂMARAS
FRIGORÍFICAS
*
ISOLAMENTOS
INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. • RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.° • TEL. 53 01 56 — LISBOA

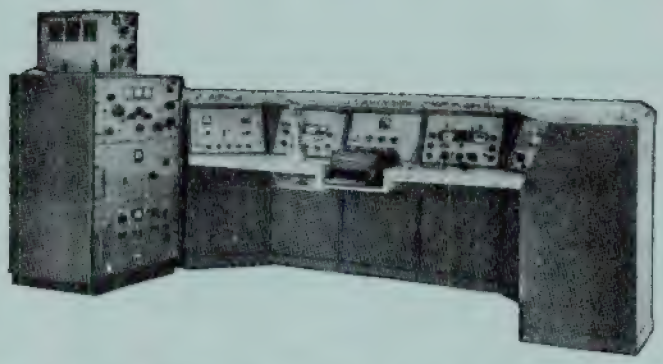
Para impermeabilizar terraços,
paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE
TACOS DE MADEIRA

TELEF. 53 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.° - LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM



Comunicações

equipamentos
e sistemas completos

- Cuidadosamente projectados
- Amplamente experimentados
- Completamente integrados

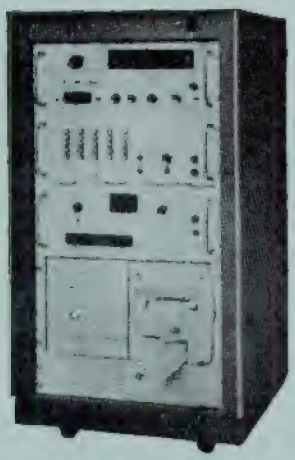
THE TECHNICAL MATERIEL CORPORATION

HEWLETT hp PACKARD

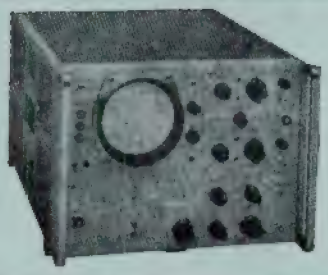
aparelhagem electrónica de medida e registo

Osciloscópios, Oscilógrafos, Voltímetros electrónicos, Geradores de sinal, Contadores electrónicos, Registadores digitais, Fontes de alimentação

Registador digital Dymec



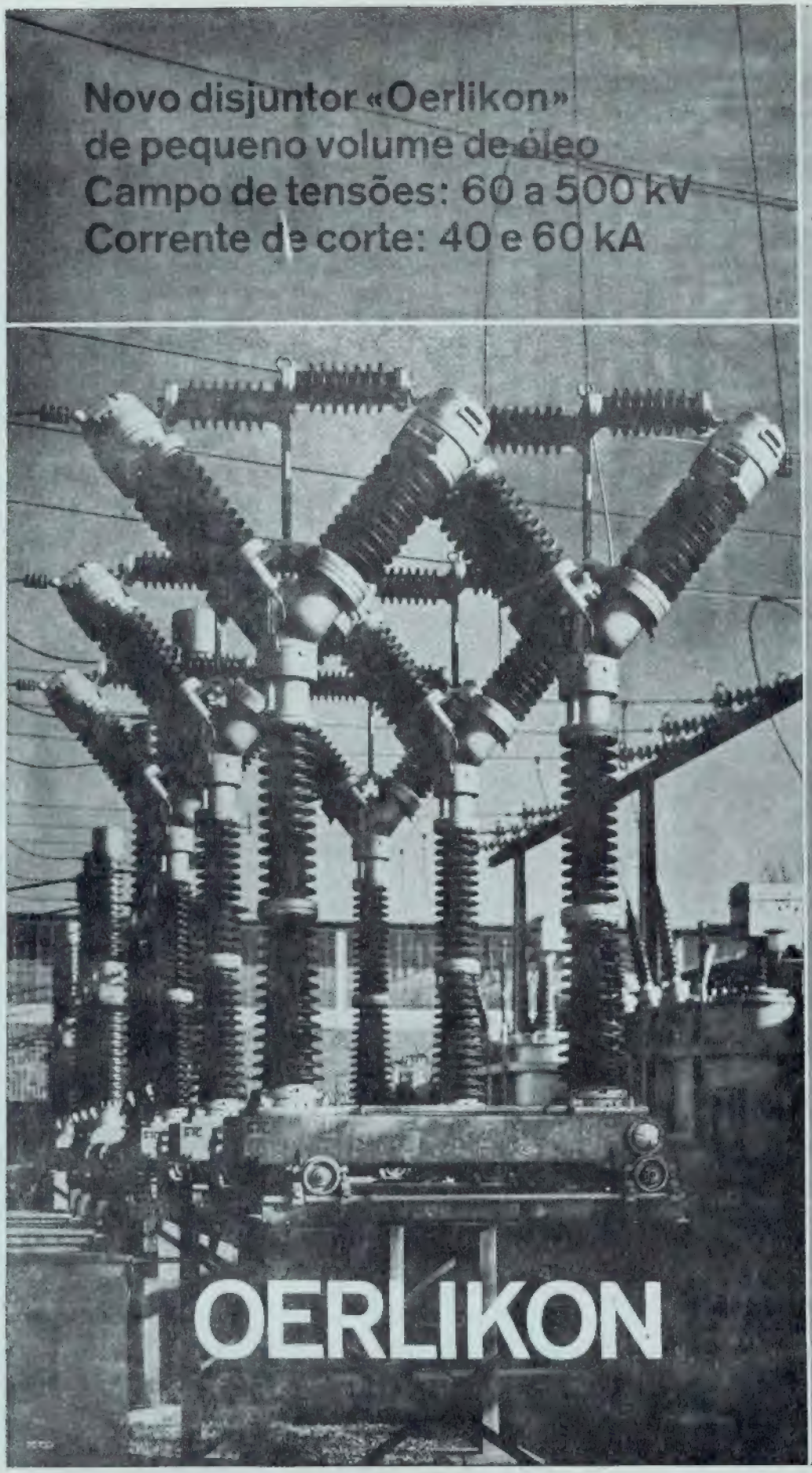
Registador Sanborn



Osciloscópio HP

Contador Electrónico HP

TELECTRA EMPRESA TECNICA DE EQUIPAMENTOS ELECTRICOS, S.A.R.L.



Novo disjuntor «Oerlikon» de pequeno volume de óleo
Campo de tensões: 60 a 500 kV
Corrente de corte: 40 e 60 kA

Tipo F

Duração curta do arco independente da corrente cortada

Corte sem reescorvamento

Insensível aos defeitos quilométrico e evolutivo

Corte múltiplo

Contacto móvel accionado hidràulicamente, sem varetas ou molas

Funcionamento silencioso, reacção dinâmica insignificante

Montagem simples, sem regulações

Ateliers de Construction Oerlikon

Zurich **Suiça**

Representantes para Portugal e Ultramar:
Sociedade
Mich. de Vasconcellos, Lda.
Porto e Lisboa.

técnica

NUMERO 365 * FEVEREIRO DE 1967 * ANO XLII * VOL. XXIX * DIRECTOR: ASSIS FARINHA MARTINS

C. D. U. 001.891 : 378

DOS OBJECTIVOS DO ENSINO SUPERIOR E DA INVESTIGAÇÃO LIGADA AO ENSINO. ALGUNS PROBLEMAS FUNDAMENTAIS (*)

por MANUEL DE ABREU FARO
Prof. do I. S. T.

RESUMO

A presente conferência é, salvo ligeiras modificações e uma parte introdutória, idêntica às proferidas sob o mesmo título nos Estudos Universitários de Moçambique e de Angola.

Abordou-se o problema deontológico da Universidade em relação à sociedade onde se insere. Levantam-se deveres recíprocos e preconizam-se relações desejáveis.

Considera-se a investigação científica como factor essencial de sobrevivência das nações. Considera-se a investigação científica como complemento imprescindível do ensino superior. Finalmente defende-se a tese de que a acção da Universidade se condiciona ao equilíbrio dinâmico que deve manter com a sociedade onde se insere, à capacidade de absorção do produto da Universidade em meios humanos e resultados da sua investigação e, em última análise, à capacidade que a mesma sociedade exibir na discriminação de necessidades e sua conveniente programação em objectivos e provável evolução cronológica.

SYNOPSIS

Apart from slight modifications and an introduction, this is the text of a lecture given at the Universities of Angola and Mozambique.

An approach to the deontological problem of the University regarding the society in which it is inserted is given here. Reciprocal duties are raised and desirable relations preconized.

Scientific research is considered as essential to the survival of nations. It is also considered as an indispensable complement to university education. Finally, the author sustains that the action of the University is conditioned by the dynamical equilibrium it must keep with the society in which it is inserted, by the ability of this society to absorb the products of the University and by the capacity of this society to evaluate its needs, to program their satisfaction and to study their probable chronological evolution.

Era minha intenção limitar-me à publicação da conferência que fiz nos Estudos Universitários de Moçambique em 18 de Outubro de 1966 e, dias depois e igual, nos Estudos Gerais Universitários de Angola. Destinava-a à Revista Técnica na qual, além doutros, publico sempre escritos desta natureza.

O objectivo era dar notícia de algumas considerações que fizemos no Ultramar sobre questões de ensino e investigação e, numa breve nota preambular, dizer alguma coisa sobre os cursos de Engenharia Electrotécnica que em Angola e Moçambique iniciam, agora, o correspondente 4.º ano.

(*) Conferência proferida no I. S. T. em 18 de Fevereiro de 1967, integrada na I Semana de Engenharia Electrotécnica.

Entretanto, encorajaram-me a que antecedesse a referida publicação por esta conferência. A quem o fez agradeço profundamente o incentivo, pois, vindo de quem veio, muito me honra e sensibiliza.

Meditando no que se disse e agora se repetirá, acabo por concluir que era dever fazê-lo, pois a matéria abordada tem um carácter geral que não se filtra nem se particulariza à circunstância de ter sido feita no Ultramar e levanta problemas que, no nosso entender, são fundamentais.

O que se foi fazer, não por nós mas pelo propósito, é importante e simples de dizer:

A convite dos Senhores Reitores dos Estudos Gerais Universitários deslocámo-nos sucessivamente e em missão oficial a Moçambique e Angola para colaborar no arranque do 4.° ano de Engenharia Electrotécnica.

Além dos fundamentos teóricos que para o fim considerado estruturamos e em parte escrevemos foi possível, graças à previsão com que foram equipados os laboratórios de Física, estabelecer o conveniente programa das aulas práticas e, ainda, as demonstrações experimentais que os regentes devem realizar para completa elucidação da teoria exposta.

De tudo isso não é aqui o lugar próprio para entrar no pormenor. Resta referir que tanto em Moçambique como em Angola encontrámos a maior receptividade e entusiasmo.

O que veio dos colegas e ambiente universitário agradece-se mas não surpreende. Sensibilizou-nos, pois, sobremaneira o que veio dos outros entre os quais encontrámos colegas engenheiros atentos aos temas novos, à investigação e, dum modo geral, à importância de com a maior urgência e solidez, enriquecer a vida das províncias com as potencialidades do ensino superior.

Temos por conveniente que as sociedades servidas pelas escolas devem, no entanto, ser esclarecidas sobre o que se lhes oferece.

Só por este meio se criará um crédito que por vezes não assume o grau desejável e sobre o qual e com justiça, temos que aceitar, pode impender uma natural e saudável desconfiança.

Espera-se com idealismo que a esta sinceridade se ofereça sinceridade.

Em conformidade, realizámos três conferências que se encadearam em propósitos e visaram, em última análise, o fim enunciado.

A primeira focando e classificando os grandes domínios da Electrotecnia de hoje serviu para fundamentar, com o exemplo e de modo natural, a razão de ser da estrutura que se deu às cadeiras básicas — teóricas e tecnológicas — de um ramo de Engenharia que, sendo servido por uma teoria unificada e sólida, não tem vantagem em se iniciar por outro caminho que não seja o da exacta compreensão e perfeito domínio dos princípios fundamentais do electromagnetismo.

Evidenciou-se sem a indesejável discriminação das «correntes fortes» e «correntes fracas» que tudo é electrotecnia e se socorre e bebe da mesma fonte. Em todos os domínios há factos novos a explorar com a característica comum de exigirem uma formação cada vez mais apurada e não se compadecerem com empirismos nem preparações medíocres. Há um limiar que se tem que atingir; sem isso nada de significativo se poderá esperar quer em exploração quer em investigação. É uma responsabilidade grave para os que ensinam e não menos para os que criticam o ensino.

Na segunda abordámos um tema que nos é familiar e a que estamos directamente ligados:

O processo informativo. Conceitos fundamentais da Teoria da Informação.

Além do meramente científico procuramos realçar um aspecto geral que devidamente examinado nos conduz a um resultado com uma profunda significação.

A importância das estruturas diferenciadas e a demonstração clara e científica de que um dado sistema está limitado nas suas potencialidades pelo número de centros activos em que se consegue discriminar, pelas relações que entre eles mantêm, pelo número de estados em que cada um se diferencia e, finalmente, pela rapidez com que todas estas acções e diferenciações se processam.

O que aqui parece simples abstracção ou construção arbitrária é, na realidade e na sua essência, o fundamento teórico e científico da tese que defendemos na terceira conferência.

Nesta ocupamo-nos do complexo ensino-investigação e da sua relação com a sociedade onde se insere.

Dentro em breve se exporá o nosso pensamento e, portanto, não vale a pena dizer mais. Apenas e ùnicamente que tratamos o assunto sem paixão.

Supomos ser esta a atitude que mais convém e a única que é capaz de congregar a bóa vontade de todos e acrescentar-lhe a consciência da responsabilidade.

Procurámos dar ao que se expõe, uma estrutura lógica.

Pode a nossa tese não ser aceite, mas duvidamos que se possa negar a vantagem de tratar estas coisas assim.

Com calma e, acima de tudo, com o objectivo imediato de passar do queixume lamentoso à atitude saudável da actuação.

Finalmente, algumas palavras sobre o ambiente em que desejamos inserir esta conferência.

Como é natural, na Universidade e, em particular, na Nossa Universidade encimada pelo Nosso Reitor. Sempre na Nossa Escola.

Também e por acessíveis razões, dentro do espírito da intenção e acção que superiormente foram atribuídas ao Gabinete de Estudos do Planeamento da Acção Educativa, a que estamos ligados por muitos e diversos laços.

Foi a criação deste Gabinete uma das mais importantes realizações do Ministério da Educação Nacional nos últimos tempos, pois que representa o propósito permanente e organizado do estudo da ciência do ensino e, imediatamente e como consequência, a existência, no âmbito do Ministério, de um órgão especializado, para a elaboração de estudos e planos sistemáticos da acção educativa.

Supomos que é passo que já não se pode discutir e que uma vez que houve a coragem de o dar, apenas é lícito torná-lo cada vez mais forte e seguro, e com ele dar outros semelhantes nos diversos domínios da natural competência do Ministério.

Convém ainda salientar o modo como se conseguiu arranjar pessoal habilitado para as solicitações que nos vieram do Ultramar.

Apenas foi possível e com uma facilidade quase desconcertante pelos dois seguintes factos:

— Existência de Centros de Estudos da Comissão de Estudos de Energia Nuclear, do Instituto de Alta Cultura, onde é prática, há bastante tempo, admitirem-se alunos finalistas como bolseiros principiantes.

— O Plano Intercalar de Fomento ter concedido verbas convenientes para o mesmo fim.

Se não houvesse esse viveiro não teria sido possível.

Isto no que respeita ao problema que agora nos foi posto porque desde o seu início exerceu a Comissão de Estudos de Energia Nuclear uma acção fundamental no problema do preenchimento dos quadros das nossas universidades.

O Ultramar foi, mais tarde, directo beneficiário desse facto. Moçambique é um exemplo eloquente.

No entanto, enfrentam-se ainda problemas graves de pessoal e no que respeita às cadeiras da especialidade penso que o problema apenas se poderá resolver, com segurança, se as escolas da Metrópole se constituirem em verdadeiras escolas normais. Solução mais interessante e notável que a missão episódica da comissão eventual.

Vivemos num período grave da nossa história e o que para os mais timoratos é, por vezes, motivo de dúvida é, para mim, uma afirmação da nossa importância como Nação activa e diferenciada. Não se discute nem se entra em competência com quem não vale ou já se submeteu.

Porque à defesa se liga a vida e a morte não hesitamos em a considerar como imperativo imediato de sobrevivência.

Mas a educação diz respeito ao futuro e prepara a defesa do que então será imediato.

No nosso entender, haveria vantagem talvez em que, sem encorajar deserções ou falsos sacrifícios e vocações, se tentasse conciliar a defesa com o esforço que se exige à Universidade em matéria de recrutamento de valores e que, em termos objectivos e rigorosos, se generalizasse o conceito da mobilização a favor da causa pública para que cada um, em consciente e superior espírito de missão, defendesse onde melhor pode a causa sagrada da nossa sobrevivência. Felizmente e é justo dizê-lo o que se levanta em generalidade, já, em particular e por diversas formas, se realiza.

Termina aqui a introdução que entendemos dever fazer.

Resta-nos agora repetir o que em Moçambique e Angola dissemos:

Teria preferido fazer esta conferência sem a premeditação da escrita. Emprestar-lhe-ia, talvez, mais naturalidade e não haveria improviso, senão na forma de dizer, pois que há muito que os problemas que hoje aqui levanto e abordo se constituiram em preocupação dominante do meu espírito.

Sendo professor, tenho por dever expô-los dando-lhe algum esclarecimento: aquele que, em minha consciência, se sucede à sua formulação.

Não seria lícito ir além.

Na realidade, se algumas soluções se afloram essas são as nossas. Para tão grandes problemas seria pretencioso tomá-las por suficientes.

Interessa-nos fundamentalmente comunicar preocupações e conseguindo-o, contribuir para uma unidade de sentimento. Cada um, pelo que lhe é particular, enriquecerá o panorama das soluções.

Duas razões me aconselharam a escrever estas palavras:

— Concisão, com consequente economia de exposição para uma matéria que se oferece complexa.

— Dizer o mesmo e de modo igual em Angola onde estou empenhado em tarefa idêntica à que me propuz em Moçambique.

A esta intenção não se associa nenhuma atitude prudente de não ferir susceptibilidades mas simplesmente um sentimento profundo de unidade que me informa e orienta.

Para o traduzir e se necessário não encontraria forma mais simples do que dizer que aqui, em Moçambique ou Angola, as universidades do ultramar são, para mim, as de Coimbra, Lisboa e Porto.

Evidentemente que se distinguem na idade e no que se liga a essa circunstância, mas só aí.

O problema deontológico relativo às sociedades onde se inserem e dum modo geral a todo o espaço português é, para todas as universidades e na sua essência, o mesmo.

Poderíamos mesmo ir mais longe afirmando que a deontologia ligada à Universidade tem hoje um significado preciso.

Já não se discute a natureza dos deveres nem o que lhe é próprio.

O que se levanta e é peculiar de um dado país ou qualquer das suas universidades é simplesmente conseguir atingir os objectivos bem definidos que lhe estão implìcitamente propostos.

É, pois, com esta universalidade e sem especificações que nos ocuparemos do tema que nos propuzemos tratar:

«Dos objectivos do ensino superior e da investigação ligada ao ensino. Alguns problemas fundamentais».

* * *

Segundo o nosso entender e como decorre naturalmente da sua designação, compete ao ensino superior levar o aluno ao grau mais elevado do conhecimento. Não em informação, mas em formação, pois isso é o que importa, é o que perdura, o que é capaz de enfrentar a natural evolução do conhecimento.

Compete assim à Universidade conferir a formação suficiente para que os que dela saiam possam, pelo estudo continuado, meditação, e em muitos casos, investigação, abordar os grandes problemas das humanidades, da ciência e da técnica.

Não compete à Universidade a resolução directa dos problemas do País, mas a formação dos indivíduos capazes de o fazer.

Distinguindo assim, discriminam-se acções e distribui-se a responsabilidade.

Nem todos tiveram a oportunidade de frequentar uma Universidade e admite-se, sem hesitação, que por outros trilhos, às vezes bem difíceis e meritórios, muitos se tenham promovido a si mesmo, ocupando e actuando em lugares da maior importância para a continuidade do País.

Também esses são com a Universidade e sobre eles impendem as mesmas responsabilidades que caem sobre os licenciados, pois que os deveres da consciência intelectual não respeitam já ao agente que promoveu a formação mas ao indivíduo em si. É vínculo que ele próprio cria por força do grau de discernimento que atingiu.

Supomos que estas breves considerações têm o conteúdo suficiente para se poder definir, sem ambiguidade, dois domínios:

— O da universidade, considerada no sentido restrito de instituição com a sua população de professores e alunos.

— O do mundo externo, compreendendo toda a restante sociedade, constituída por aqueles que lograram formação superior e pelos outros, que não tendo ido além de certo nível, devem beneficiar da presença entre eles dos primeiros cuja maioria, assim deveria ser, terá em princípio saído da universidade. A estes, mais adiante retomaremos o conceito, designaremos pelo produto da universidade considerado no sentido restrito de meios humanos que ela fornece.

São dois mundos.

Esta afirmação seria trivial se não se acrescentasse alguma coisa mais. Na realidade, definido um domínio decorrerá imediatamente um segundo que o completa no todo.

Há de facto mais alguma coisa a dizer e, assim, apelando uma vez mais para os deveres da consciência intelectual, admite-se que esses dois mundos não se distinguem nas suas superiores intenções e que aquele que sai da universidade prolongará e regular-se-á pela ética em que se formou.

Porque há um comum e superior interesse, devem esses dois domínios buscar-se mùtuamente tentando harmonizar e completar acções.

Porque há um espírito comum, a relação que na escola convém manter entre professor e aluno identificar-se-ia com o que no exterior se deveria observar entre as élites e os outros que elas, em boa verdade, servem, orientando.

E com isto avançou-se um pouco mais pois que às definições se acrescentou a hipótese de uma regra comum e se tomou como desejável que entre os domínios considerados se estabeleça e mantenha um equilíbrio dinâmico.

Não sendo assim, teríamos dois mundos que se contemplariam sem se interessarem em acção conjunta.

Cada um esperaria do outro o que deseja mas não formulou.

Cada um encontrará no outro as razões dos seus males.

Nesse ambiente as paixões humanas trabalham e produzem com facilidade e conciliam-se na última e pior: a hostilidade.

Como corolário atrevemo-nos a afirmar que o nível intelectual de uma sociedade se mede, em grande parte, pela actividade que se observar através das naturais fronteiras das suas universidades.

Para completar o nosso pensamento resta encontrar a regra comum cuja existência admitimos.

Sendo comum deve ligar-se mais à própria condição humana do que ao domínio onde, em particular, se deve observar. Tem que resultar dum imperativo da consciência.

Dada a sua generalidade convém-lhe uma forma simples, directa e incisiva.

Encontrei-a completa e perfeita, em conteúdo e modo, entre os escritos de um antigo Mestre, a quem fiquei devendo parte importante da minha formação, o Professor Mira Fernandes.

Na realidade, em forma curta e sintética como era do seu jeito, basta afirmar:

Ensinar é dever, investigar é instinto.

* * *

Haverá sempre quem goste de ensinar e que, de acordo com o preceito enunciado, além do gosto pela profissão, encontre razões superiores para o fazer: o generoso dever de dar, a suprema obrigação de continuar.

Assim entendido o ensino compreende uma significação que excede a escola e que se identifica com a própria sobrevivência da espécie e, em particular, do país a que esta respeita.

Muitos há que foram e serão professores mesmo sem o encargo da profissão.

Mas também há quem não sinta essa obrigação que, em última análise e na sua essência, ainda é instinto que nos provém de transcendente origem.

Também há, ainda, quem entenda que toda e qualquer forma de ensino se deve confinar à escola, terminar no fim do período escolar. Creio que quem assim pensa não meditou no absurdo

que representa: a escola pode garantir conhecimento que ainda não se adquiriu. Apenas podera garantir a sua aquisição.

Evidentemente que nem todos, podem por si, exercer directamente a acção preconizada.

No entanto, o mínimo que se lhes deveria exigir seria que promovessem a constante e permanente actualização daqueles que orientam e sobre quem, por força do cargo, terão que emitir juízos de competência.

Não há formação e conhecimento, por melhores que sejam, que resistam a uma completa falta de orientação básica no domínio profissional ou a uma monótona ausência de estímulos.

Não pretendemos, com o que se afirmou, substituir as formas regulares de ensino mas simplesmente chamar a atenção para a necessidade de uma acção de actualização ou, o que é equivalente na finalidade, que os profissionais encontrem quem lhes ponha reais problemas que se harmonizem com a formação superior que receberam da universidade o que exercerá uma acção estimulante e constituirá factor de natural valorização.

E quando não for possível, quando o ambiente de todo o não proporcionar, porque não recorrer uma vez mais à escola a fim de que esta crie cursos de extensão universitária?

Também isto constituiria um factor importante de valorizacão para a própria universidade e ajudá-la-ia a definir por método indutivo novas especializações e adaptações às reais necessidades o que culminaria pelo estabelecimento de outros cursos e especialidades, que enriqueceriam a estrutura educacional portuguesa.

Outros exemplos se poderiam dar mas, na essência, talvez tudo se reduza a isto e no que respeita ao ensino não convém, por agora, ir além. O que se disse representa já uma maneira concreta de relação entre a universidade e o que lhe é exterior e levanta obrigações para ambos os domínios.

Investigar é instinto, falta-nos ainda desenvolver o conteúdo desta afirmação.

Na realidade é.

A característica fundamental do homem, como ente superior, é a sua capacidade de se admirar, de se espantar perante a fenomenologia que o cerca a que se junta logo e imediatamente a ânsia de explicar e de compreender. O que já é, por mais primitivo, uma forma de investigação.

E foi assim que ele passo a passo, lentamente, humanizou tudo quanto o cercava e mais tarde quando se fixou e teve a necessidade de casa domesticou a natureza trazendo-a a si e ao seu ambiente, dando-lhe o seu próprio berço.

Não é fácil ao homem de hoje e que não pense nestas coisas perceber nas geografias, nos climas, nas plantas e animais onde está a verdadeira marca do homem, o resultado exacto da sua acção.

É também característica do homem encontrar aplicação para as suas descobertas e pesquisar a existência de operações inversas. Isto é, propor-se descobrir os meios de atingir determinados fins de natureza especulativa ou dar satisfação a naturais necessidades E, ainda, criar novas necessidades que ele vai gerando à medida que evolui.

E isto é, afinal e por esta ordem, a essência da investigação fundamental e da investigação aplicada.

Por mais ideal que pareça não consigo encontrar outra explicação para a investigação do que a conjunção dos dois seguintes factos:

— Existência de fenómenos capazes de ferir o homem.
— Surpresa deste perante os mesmos e necessidade de os explicar.

Nesta conformidade e de acordo com o nosso sentir, por mais rudimentar, a primeira foi sempre a investigação fundamental.

E sendo assim e como noutro lugar dissemos, estamos convencidos de que a investigação científica inicia-se quase sempre em torno de pontos isolados. Resulta, invariàvelmente, duma meditação prolongada ou dum estudo em profundidade, que leva o pensador à fronteira do conhecimento. Estabelecida a necessidade de esclarecimento existe motivo de investigação.

Pelas vias canónicas, solitàriamente ou em grupo, com maior ou menor espontaneidade, pela

sua lógica ou por intuição, o investigador é sempre um pensador capaz de se admirar e de se concentrar e que conhece suficientemente bem o meio que investiga para se aperceber que investiga o que, parecendo um facto banal é, na realidade, a grande dificuldade. Adquirida essa consciência o investigador não desiste e prossegue sem ponderar nos benefícios que possa ou possam colher do seu trabalho.

Investiga, estou convencido, porque despertou nele o gosto de investigar e de se esclarecer.

Não se deve confundir a organização que aproveita e integra os resultados da investigação com o investigador.

«A motivação principal é de natureza científica e penso que não há razão alheia à própria investigação que em boa verdade acelere o processo.»

Com isto quero significar que para interessar o investigador se lhe deve formular um problema científico ou proporcionar-lhe a ambiência para que ele próprio o formule.

E agora que falamos da natureza do processo, umas palavras sobre a real projecção da investigação científica no mundo das organizações e particularmente no País, que é para cada um de nós a organizacão suprema, aquela a que os nossos antepassados deram forma que, por transcendente princípio que aceito e sinto profundamente, devemos valorizar e em unidade continuar.

A este nível e noutros tempos foi a investigação científica sinónimo de desafogo material, quase um luxo a que exclusivamente se podiam permitir os organismos que gozam de grande prosperidade. Coisa para realizar nos ócios e devaneios que a fartura permite.

Ora, a verdade é que a investigação científica, além de enriquecer o património espiritual dos países o que, por si só, já constitui factor de vital importância é ainda uma fonte de poder e de riqueza.

Nesta conformidade, a investigação científica deve fomentar-se onde for útil e necessária.

Para aqueles que medem as coisas de modo objectivo e obrigam as iniciativas ao filtro da rentabilidade é necessário que compreendam que a investigação científica rende. Nada há, mesmo, que renda tanto.

Não admiti-lo conduziria ao absurdo de rejeitar o produto do pensamento.

Simplesmente, cada investimento tem o seu tempo próprio a sua constante de tempo e nestas coisas de ensino e investigação as constantes medem-se por anos e, por isso mesmo e por esse facto, os investimentos nestas matérias são os mais urgentes mas também conduzem, por vezes, a impaciente espera.

O tempo que há que esperar não se deve converter, por dilatado, em factor de esmorecimento mas, pelo contrário, em necessidade imediata de actuar.

Se não o fizermos outros o farão e por maior idealismo que se queira pôr nas relações entre os homens a vida vive de competições. Podemos e não devemos ser agressivos mas teremos de ser fortemente defensivos no mesmo sentido em que o corpo são não espalha a doença mas deve ter as suas defesas contra a doença e cuidar do seu aperfeiçoamento.

O homem como ente superior tem duas forças básicas à sua disposição: o poder material e o poder da inteligência.

Com a primeira enfrenta-se o imediato, com a segunda garante-se o futuro.

Nesta conformidade duas preocupações fundamentais devem estar na primeira linha das prioridades: a defesa e a educação.

Sabemos como é difícil, por vezes, conseguir disponibilidades materiais que se harmonizem com as duas intenções.

Quase que milagrosamente temo-lo conseguido.

No entanto, estamos convencidos de que em matéria de ensino e investigação muito mais se poderá fazer e obter se todo o País compreender as vantagens que advêm do fomento da investigação no sentido lato que lhe temos atribuído.

Nesta conformidade, a investigação científica deve fomentar-se onde for útil e necessária e não se pode restringir a determinado tipo ou entidade.

Deve existir investigação fundamental e aplicada.

Deve investigar-se na universidade e fora da universidade.

Qualquer forma é necessária e indispensável e, em boa verdade, nenhuma pode substituir-se à outra pois só faz sentido falar-se do conjunto.

A investigação, por definição, nunca é desinteressada. Como dizia Pasteur não há ciência pura e ciência aplicada, há simplesmente aplicações da ciência. Quando a ciência se aplica ao alargamento do conhecimento chama-se-lhe, por vezes, investigação pura e os mais objectivos, aqueles que são, por natureza ou por força da má experiência que colheram da vida, receosos de devaneios e suas consequências temem-se dela. Dão-lhe um sentido pejorativo e confrontam e põem em luta a Teoria contra a Prática.

Teoria significa ordem. Só de teoria resulta a regra razoável e, contra o que muitos supõem, nada de mais objectivo que uma teoria. Havendo Teoria há Prática: a que ela sugere e orienta. Parece mais lógico aqui pensar assim do que acreditar na geração espontânea da acção em escala superior.

A investigação deve coincidir com os interesses principais de quem a realiza.

Não se pode exigir a um professor que investigue um problema alheio à sua cadeira. Isso prejudicaria o ensino ou prejudicaria a investigação por não lhes consagrarem a atenção devida.

A investigação que se compatibiliza com o professor é aquela que leva directamente ao alargamento do conhecimento no domínio porque é responsável e, em última análise, ao aumento do património científico da sua universidade e do país.

A melhoria das condições do ensino vem a seguir, é um consequente.

E por aqui nos ficamos no que respeita à investigação pois que, no nosso entender, se disse o essencial.

* * *

Por outro lado há determinadas relações, entre a investigação e o ensino. De certo modo e no sentido lato que demos às duas actividades a questão foi focada e, portanto, elucidada.

Convém agora, pelo contrário, restringir para que nos aproximemos do objectivo fundamental desta exposição.

Assim, consideraremos o ensino regular e deste, em particular, o ensino superior.

Imediatamente se concluirá que ensino superior implica, necessàriamente, investigação.

É outro aspecto.

Já se salientou em que medida a investigação científica funciona como factor positivo do ensino.

Agora vai-se mais longe pois que se afirma a sua necessidade, a sua imprescindibilidade.

De facto, numa escola superior, não se pode ensinar sem se investigar.

Não há pensamento gémeo que se identifique tanto com o nosso que nos permita, por simples estudo, adquirir ciência.

Ao ensino superior assiste constantemente uma razão crítica.

Não se pode utilizar uma teoria, método ou regra sem que se formule um juízo de valor que legitime a sua adopção.

Dia a dia, na sua profissão, o professor critica, define circunstâncias, apreende e estabelece teoria, prepara e realiza experiências.

Só esta atitude lhe torna lícito o ensino da ciência que, em certa medida, já foi estabelecida por outros.

E, assim, o bom professor envolve-se em tudo quanto é necessário e se exige em qualquer processo de investigação científica.

Beneficia, no entanto, o professor de preciosos auxílios:

— Existência dum programa que deve cumprir num dado período.

— Possibilidade de averiguar a curto prazo da sua eficiência.

Estes factos exercem uma acção estimulante que, no nosso entender, é decisiva.

Explica-se assim que existindo a capacidade de investigação não exista necessàriamente uma investigação científica.

Com isso queremos significar uma investigação que vá além do que se liga à organização racional e pessoal dum curso.

Talvez que esteja aqui a essência de todos os problemas que a Universidade enfrenta.

De facto, fixando-lhe objectivos exige-se-lhe alguma coisa. Resta averiguar o que a própria universidade deve exigir para os cumprir.

Será, pois, meditando nestas interrogações que passaremos ao exame concreto desses objectivos e levantaremos alguns problemas fundamentais.

* * *

Vive-se sob o signo da objectividade ou pelo menos diz-se que se deveria viver.

Por toda a parte e para tudo se calcula, se prevê, se planifica.

Não vem grande mal ao mundo por essa atitude ou talvez e às vezes um só mal: a aparente convicção de que um problema fica resolvido com o simples enunciado da natureza dos resultados da sua solução; convicção que se consolida quando a essa natureza se juntam números. Começa nesse momento, a ser difícil compreender que pouco se avançou. Na realidade, e só por isso, tudo ficou pràticamente na mesma.

Mas quem determinou esses números passa a espectador e admira-se e queixa-se de que a situação não se modifique como se bastasse dizer que se tem fome para que apareça pão. Mesmo que soubéssemos o número exacto de pães que nos satisfizessem também o milagre não se operaria.

Normalmente os objectivos e com eles as necessidades são enunciados de forma global.

Avançou se o bastante para se conhecer, hoje, as distribuições quantitativas que dão satisfação às necessidades de um dado organismo, qualquer que seja o nível a que for considerado.

Avançou-se também o bastante para classificar os diversos organismos e aplicar a cada um e conforme os seus caracteres a distribuição adequada.

É relativamente fácil, calcular, se conhecermos a população e características básicas de um dado país, quantos médicos, engenheiros, economistas, físicos ou químicos são precisos: basta multiplicar a população pela conveniente percentagem.

O mesmo se diria para outro escalão que não o de formação superior.

A questão que se põe imediatamente é se, por uma operação irreal, se conseguissem as disponibilidades em meios materiais e humanos a referida sociedade estaria apta a receber convenientemente o que pediu de modo indefinido e estatístico.

Estamos convencidos que não. Não haveria conveniente discriminação de acções que permitisse aplicar bem ou até mesmo aceitar as disponibilidades que repentinamente surgiam.

Na realidade uma sociedade que apenas põe problemas globais e mal definidos é sinónimo de uma escassez, dentro dela, de um número suficiente de dirigentes. Há que lhe enriquecer, primeiro, a estrutura educacional.

Um dirigente também tem a sua constante de tempo além de que exige um clima próprio para se formar. É evidente que a universidade não pode formar dirigentes para uso imediato.

Estamos convencidos que o nível intelectual de uma sociedade se mede pela capacidade que esta tem de discriminar acções quer em número quer em natureza a que associa uma provável evolução cronológica que controla e modifica num plano dinâmico de acção.

Se assim não suceder não há reforma nem lei por mais bem feita, que consiga obviar a referida capacidade.

Admitamos que se deu um passo em frente e que essa sociedade reconhece a necessidade imperiosa da investigação e que o Estado a institucionaliza com a discriminação suficiente.

Suponhamos que se invoca como motivo fundamental de ausência de investigação o baixo nível de salários do investigador e que o Estado uma vez mais lhe fixa um padrão suficientemente alto para garantir, uma completa serenidade de ordem material, uma ocupação de tempo inteiro à investigação. Haverá só por isso investigação?

Não confundamos o que é necessário com o suficiente.

Os quadros serão limitados. Como se vai processar a sua renovação?

Quem pensou nisso? Já se meditou no processo enfizemático que se desencadeará se não houver a garantia de uma natural renovação.

Que se fazem aos valores que não têm vaga no Estado? Que se faz aos que perdem a rentabilidade na investigação fundamental e apontam para a aplicação?

Supomos que nunca será possível fazê-lo enquanto a própria sociedade não se constituir num mercado válido para o produto da Universidade, e isso só sucederá quando ela compreender um número suficiente de valores capaz de estabelecer um equilíbrio dinâmico com a Universidade quer no que respeita ao que esta produz em meios humanos quer no que respeita aos resultados da sua investigação. Ser ainda capaz, por meio de sugestões válidas, de exercer estimulação com problemas que não desvirtuem os objectivos da Universidade. Mas isto implica que ela institucionalize, em si e também, o estudo e a investigação.

Houve quem pensasse e argumentasse que a criação dos Estudos Gerais produziria uma rarefação nos quadros, já escassos, das nossas Universidades.

Pois eu estou convencido que não, que isso sucederia sim se, porventura, se encerrassem uma ou duas das universidades da Metrópole.

Hoje os jóvens licenciados sabem que há vagas nos quadros universitários, vagas para lugares que encerram verdadeiro interesse e isso já vem produzindo os seus efeitos benéficos pois que representa discriminação de acções e representa também uma emulação saudável entre universidades para prender valores.

Abordámos o problema da avaliação das necessidades globais. Poder-se-ia pensar que não se lhe dá a importância devida.

Nada disso.

Quando, na realidade, se verifica que o problema essencial reveste a forma analisada o que há a fazer é exactamente avaliar o que falta, o que há que formar.

Simplesmente haverá que juntar a esta atitude uma outra que é a de saber esperar e tomar consciência de que investimentos desta natureza têm uma constante de tempo que é grande.

Poder-se-ia em certa medida acelerar artificialmente o processo sacrificando a qualidade à quantidade mas isso de nada serviria pois a formação de dirigentes também é morosa e não se poderá processar na Universidade e não é lançando um produto medíocre e mal preparado que vamos contribuir para resolver o mal maior.

No que respeita à necessidade de avaliações globais há uma outra que se avulta no meu espírito como a maior; a mais positiva e saudável pois que exclui o negativismo da ausência e nos obriga, pelo contrário, à responsabilidade da presença.

É a avaliação sistemática, científica das nossas reais potencialidades e logo a seguir o estudo e estabelecimento dos convenientes planos e tecnologias para as explorar a fim de que passem a figurar de modo válido e disponível no espaço económico português.

Mas isto significa e implica:

Atitude científica, ciência, técnica, economia e financiamento e tudo isso pressupõe estudo e investigação e, em última análise, meios humanos para se realizar. Acima de tudo, talvez, crédito no método.

Nada ou pouco há que se ofereça ao homem com espontâneidade e aquilo por que ele anseia e muitas vezes não encontra, não está normalmente à superfície mas enterrado fundo e com caminho difícil.

Se houver para o percorrer o método científico, não há que hesitar. Seria erro enveredar por outro. Científico é aqui, por definição o melhor.

Mas atente-se e medite-se que esta ciência não vem a maior parte das vezes nos livros e só se mostra e adquire pelo trabalho aplicado e dirigido à nossa particular circunstância na geografia e no tempo.

Sinto que esclareci convenientemente o que pretendia e assim vou terminar.

Antes, porém, deixarei em suspenso o problema maior que é, em síntese, o seguinte:

Admitindo que vamos imediatamente investir tudo quanto é necessário no ensino e na investigação, mesmo assim, como enfrentar o tempo?

Talvez que a situação se modificasse substancialmente se o sector privado, paralelamente aos planos educacionais e de investigação do Estado, passasse a comparticipar activamente no processo.

Quantos estão bem aproveitados? Quantos não se dispersam? Quanto se consagra à investigação?

Quantos não poderiam ser recuperados por conveniente educação «ad hoc» por iniciativa privada ou com auxílio da Universidade?

Em que medida se aumentaria a produtividade das iniciativas se as condicionássemos a convenientes estudos e investigação?

Talvez que em meios humanos como em bens materiais as nossas potencialidades sejam maiores das que superficialmente afloram.

Adopto como princípio fundamental que uma sociedade culta, no sentido mais largo do termo, se resolve convenientemente e resolve os seus problemas.

Sociedade implica união e unidade de esforço, só por um esforço conjunto, que até agora e nesta matéria não se logrou, se poderá ganhar a nossa sobrevivência.

Mas para fazer estas coisas é preciso sentir estas coisas e para as sentir é preciso estar educado. A educação é válida até à morte e não desonra.

Resta pois educar, tudo o mais é corolário.

NOTICIÁRIO

Curso sobre «Engineering Applications of Statistical Extremes»

Atendendo a que muitos problemas de engenharia envolvem a consideração de extremos e que, sendo escassos os dados experimentais, só através do uso de técnicas recentes é possível a determinação das distribuições de probabilidades em torno desses valores, vai realizar-se em Portugal, de 18 a 27 de Setembro de 1967 um curso NATO subordinado ao tema «Engineering Applications of Statistical Extremes».

As conferências e discussões durante o primeiro período do curso visam, em especial, a familiarização dos participantes com os conceitos probabilísticos básicos e com as técnicas ligadas a extremos estatísticos e suas múltiplas aplicações em engenharia. O segundo período será dedicado à discussão de problemas levantados pelo constante alargamento dos conceitos e pelo aparecimento de novos campos de aplicação.

Serão conferentes os senhores: H. Cramer (Estocolmo), Ferry Borges, (Lisboa), A. Freudenthal (Columbia), S. Littauer (Columbia), L. Mostertman (Delft), H. Thom (Estados Unidos), Tiago de Oliveira (Lisboa), Vasco Costa (Lisboa), W. Weibull (Estocolmo) e H. Wold (Uppsalla).

Para mais informações dirigir-se a:

Faculdade de Ciências / Curso Nato, Matemáticas Aplicadas / Rua Escola Politécnica, 58, Lisboa 2.

Congresso Internacional das Grandes Barragens

O 9.º Congresso Internacional das Grandes Barragens terá lugar em Istambul (Turquia) de 4 a 8 de Setembro do ano corrente sendo seguido de uma viagem de estudo que se prolonga até 18 do mesmo mês.

Os pedidos de incrição devem ser dirigidos até 28 de Abril à Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens (Rua de S. Mamede, ao Caldas, 23), Lisboa.

O montante da inscrição é o seguinte:

Para os participantes dos países membros da C. I. G. B. — US$100. —

Para os participantes dos países não membros da C. I. G. B. — US$125, —

Para as senhoras acompanhantes — US$40, —

O pagamento dos direitos de inscrição dá direito à recepção de uma cópia dos relatórios e comunicações apresentadas ao Congresso, e à entrada e circulação gratuita nos locais do Congresso, à assistência às sessões de trabalhos e à participação nos respectivos debates.

As viagens de estudo são pagas à parte e facultativas sendo o respectivo custo de US$310, —.

Congresso do «Conseil International du Batiment pour la Recherche, L'Étude et Documentation (CIB)»

Segundo informação da respectiva Comissão Executiva, o Quarto Congresso Internacional do CIB realizar-se-á na América do Norte, de 7 a 16 de Outubro de 1968.

As reuniões terão lugar em Ottawa, no Canadá, de 7 a 11 de Outubro, continuando depois até ao dia 16 em Washington, E. U. A.

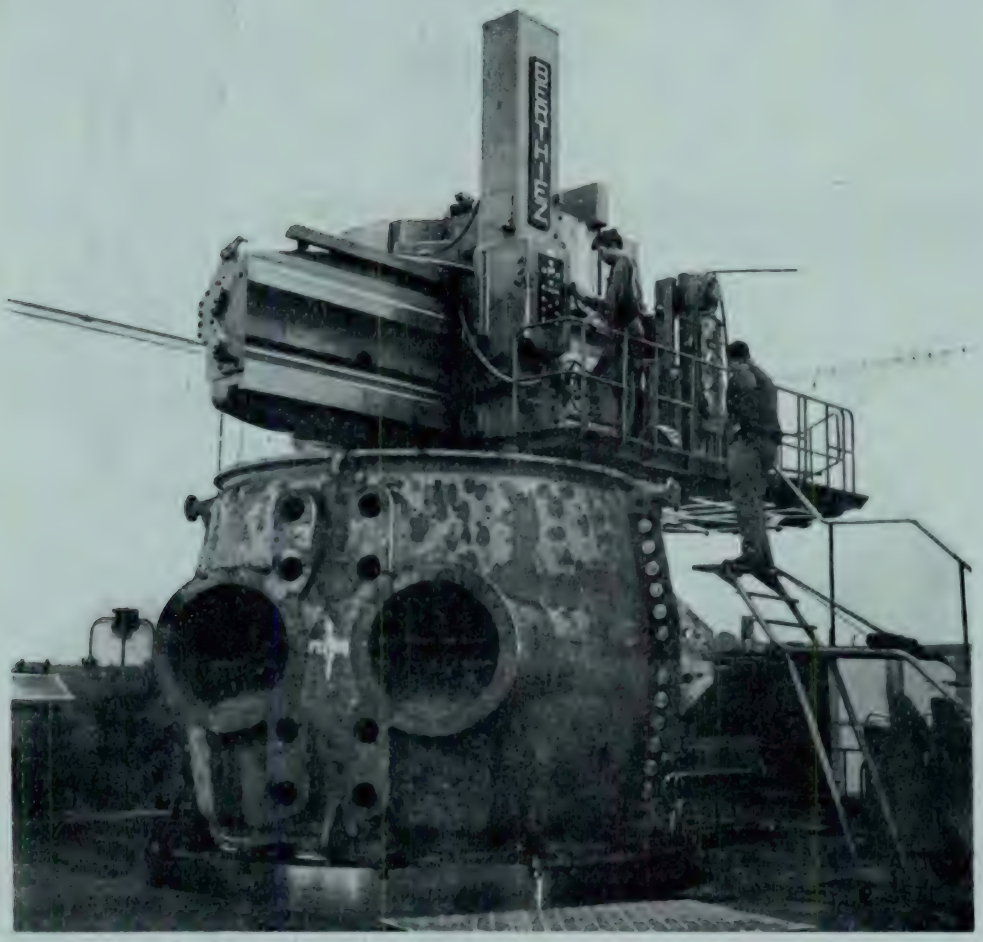
O Congresso abordará o tema «A construção no Mundo em 1968; qualidade e preço».

O Boletim N.º 1 será publicado na Primavera de 1967 e incluirá o programa geral do Congresso, assim como indicações aos autores das comunicações.

Qualquer informação deverá ser pedida a:

M.le Secrétaire / Quatrième Congrès du CIB / a/s Conseil National de Recherches / Ottawa — Canadá.

MAGUE



"MAQUINAGEM, NAS NOSSAS INSTALAÇÕES, DO PORTA-ALHETAS DO CORPO DE BAIXA PRESSÃO DA TURBINA DE 125 MW DESTINADA À CENTRAL DE CARREGADO (1ª fase).
(Licença Brown Boveri & Cie)".

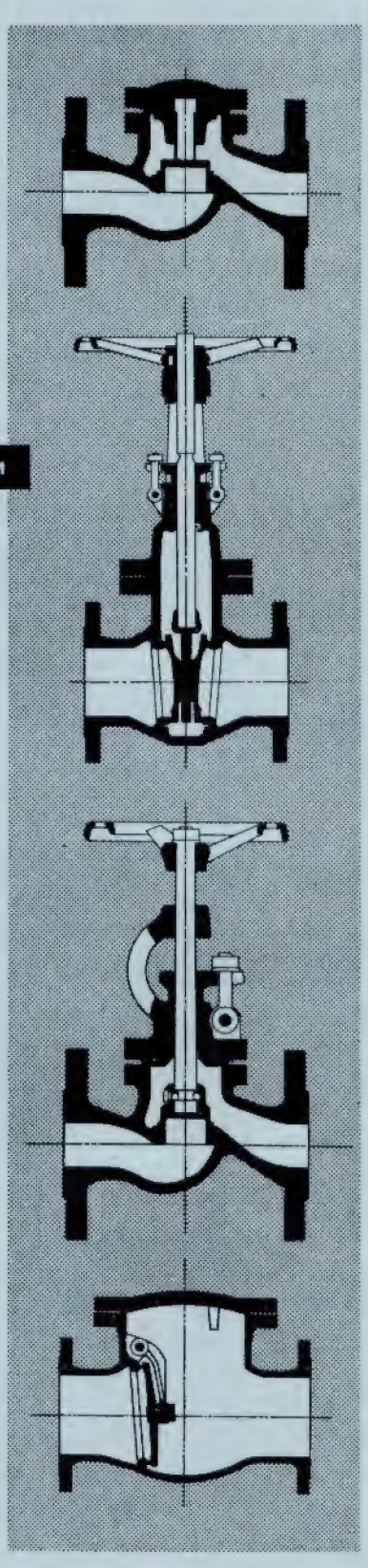
PONTES ROLANTES, GUINDASTES E APAR. DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS	*Projecto e fabrico*
TURBINAS HIDRÁULICAS	*Fabrico segundo licença de A. C. M. de Vevey, S. A.*
TURBINAS A VAPOR	*Fabrico segundo licença de Brown Boveri, Cie.*
CALDEIRAS A VAPOR	*Projecto e fabrico segundo licença de Foster Wheeler, Co.*
EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS	

CONSTRUÇÕES METALOMECANICAS **MAGUE** S.A.R.L

ALVERCA DO RIBATEJO — PORTUGAL

válvulas

- passagem
- retenção
- regulação
- cunha



PARA LÍQUIDOS, VAPORES E GASES (INCLUINDO NH_3 E SO_2) EM

ferro fundido
ferro fundido com grafite esferoidal
aço vasado
aço inoxidável

DN 10 mm até 600 mm **PN 6 a 40 kg/cm²**

conforme as normas **DIN** e **ASA**

VÁLVULAS DE SEGURANÇA, DE REDUÇÃO, ELECTROMAGNÉTICAS E VÁLVULAS ESPECIAIS

- estudos
- projectos
- orçamentos
- assistência técnica

FENAL

SOCIEDADE PORTUGUESA DE VÁLVULAS, LDA.

SEDE: Rua Academia das Ciências, 5 - Telef. 32 00 11 (8 linhas) - Lisboa

FILIAL: Praça D. João I, 5-2º - Telef. 2 47 71 - Porto

C. D. U. 621.375 : 518.5

AMPLIFICADORES OPERACIONAIS EM COMPUTAÇÃO ELECTRÓNICA ANALÓGICA(*)

por ANTÓNIO A. DE CARVALHO FERNANDES
Prof. do I. S. T.

SUMÁRIO

A análise rigorosa do funcionamento do amplificador operacional com pêntodo é feita com base na Transformação de Laplace e no conceito de Função de Transferência. A análise aproximada do caso geral do amplificador operacional é feita nas mesmas bases. Como aplicações das conclusões obtidas estudam-se os circuitos clássicos de adição, integração e derivação e dão-se exemplos de «sintetizadores de integração» para resolução de equações diferenciais.

SUMMARY

The exact analysis of the pentode operational amplifier is made based on the Laplace Transformation and on the concept of Transfer Function. The approximate analysis for the general case is made on the same basis. As applications of the conclusions reached, the classic circuits of addition, integration and differentiation are studied and examples are given of «integration synthetizers» in solving differential equations.

1. INTRODUÇÃO

Num computador analógico, as variáveis matemáticas são representadas por variáveis físicas e estas, por exemplo tensões e correntes eléctricas, são proporcionais às variáveis matemáticas do problema a resolver pelo computador. Por outro lado, aquelas variáveis físicas estão relacionadas entre si por equações matemáticas análogas às do problema em questão.

Os tipos mais comuns de computadores electrónicos analógicos são formados por unidades capazes de realizar operações fundamentais tais como:

a) multiplicação de uma variável por uma constante;
b) integração de uma variável;
c) derivação de uma variável;
d) adição de variáveis;
e) multiplicação de variáveis;
f) divisão de uma variável por outra.

Também num computador se devem poder gerar determinados tipos de funções e se devem poder registar as diversas variáveis que intervêm nas operações em jogo. Utilizando uma combinação adequada das suas unidades de computação, um computador analógico pode simular as condições que se verificam em sistemas físicos reais cujo comportamento é traduzido por equações, ou algébricas, ou diferenciais, ou integrais, e resolver essas equações.

Os «amplificadores operacionais» são elementos básicos de um computador analógico. A designação «amplificador operacional» costuma aplicar-se a um conjunto *a*) que engloba um amplificador electrónico e impedâncias externas associadas, *b*) que na sua forma mais simples apresenta uma «entrada» e uma «saída», e *c*) cuja «função de transferência» — do ponto de vista do Cálculo Operacional — é tal que a «função resposta» na saída é o resultado da aplicação duma determinada operação à «função excitação» que for ligada na entrada.

Se em vez de termos apenas uma entrada e uma saída tivermos mais que uma entrada e mais que uma saída, poderá definir-se, em relação a cada entrada, a função de transferência que a relaciona com cada saída.

2. CÁLCULO OPERACIONAL COM BASE NA TRANSFORMAÇÃO DE LAPLACE. FUNÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

O Cálculo Operacional, com base na Transfor-

(*) Conferência realizada em 20 de Fevereiro de 1967 no âmbito da 1.ª Semana de Engenharia Electrotécnica no I. S. T.

mação de Laplace, é estudado, com grande pormenor, na Cadeira de Análise Superior. Relembremos, contudo, alguns conceitos básicos que são indispensáveis para a boa compreensão da matéria que vamos expor. Suponhamos que está em jogo uma operação matemática que corresponde à seguinte equação diferencial linear.

$$\sum_{i=o}^{n} a_i \frac{d^i x(t)}{dt^i} = y(t) \qquad (1)$$

em que os coeficientes a_i são constantes conhecidas, y (t) é a função excitação, também conhecida, aplicada ao sistema e x (t) é a função resposta que constitui a incógnita do problema. Se aplicarmos a transformação de Laplace a esta equação e designarmos por X (s) e Y (s) as transformadas de Laplace de, respectivamente, x (t) e y (t)

$$X(s) = \mathcal{L}\{x(t)\} \qquad (2)$$

$$Y(s) = \mathcal{L}\{y(t)\} \qquad (3)$$

obteremos uma equação, no domínio da variável complexa s, do tipo

$$X(s) = Y(s).\ H(s) + Q(s).\ H(s) \qquad (4)$$

em que H (s) é a chamada função de transferência do sistema e Q (s) é uma função que depende das condições iniciais. A «função de transferência», também chamada «função do sistema» e «operador linear de transmissão» é dada pela expressão

$$H(s) = \frac{1}{\sum_{i=o}^{n} a_i s^i} \qquad (5)$$

No caso particular de ser n = 2 será

$$H(s) = \frac{1}{a_0 + a_1 s + a_2 s^2} \qquad (6)$$

$$Q(s) = (a_2 s + a_1)\ x(o) + a_2\ x'(o) \qquad (7)$$

em que x(o) e x'(o) são, respectivamente, os valores de x (t) e da sua derivada x' (t) no instante inicial t = 0.

Se admitirmos, por um momento, que a função excitação y(t) é a função impulso unitário na origem, δ_0 (t), cuja transformada de Laplace é igual a 1

$$\mathcal{L}\{\delta_0(t)\} = 1 \qquad (8)$$

e se representarmos a função resposta por $x_\delta(t)$ com a transformada $X_\delta(s)$ e se admitirmos ainda como condições iniciais $x(o) = 0$ $x'(o) = 0 \ldots$ $x^{(n-1)}(o) = 0$, isto é, se admtirmos que o sistema está inicialmente em repouso e que há continuidade na origem da variável x e das suas derivadas até à ordem (n−1), podemos escrever

$$X_\delta(s) = H(s) \qquad (9)$$

$$x_\delta(t) = h(t) \qquad (10)$$

em que h (t) é a transformada inversa da função de transferência H (s)

$$h(t) = \mathcal{L}^{-1}\{H(s)\} \qquad (11)$$

Verificamos assim que a resposta de um sistema nas condições referidas, para uma exitação sob a forma impulso unitário, é igual à transformada inversa da função de transferência do sistema. Esta função h(t) é designada por «resposta à função impulso unitário».

Se admitir que $x(o) = 0$ $x'(o) = 0 \ldots$ $x^{(n-1)}(o) = 0$ será, portanto, Q (s) = 0 e podemos escrever, a partir de (4),

$$X(s) = Y(s).\ H(s) \qquad (12)$$

$$x(t) = y(t)^*.\ h(t) = \int_0^t y(t-\tau)\ h(\tau)d(\tau) = \\ = \int_0^t y(\tau)\ h(t-\tau)\ d\tau \qquad (13)$$

pelo conhecido teorema da convolução.

Suponhamos agora que em vez de uma entrada tínhamos N entradas e o sistema tinha uma só saída. Nesse caso, a transformação da função resposta, X (s), estaria relacionada com as transformadas das funções de excitação Y_1 (s), Y_2 (s) ... Y_N (s) pela equação

$$X(s) = \sum_{i=1}^{N} Y_i(s).H_i(s) + F(s) \qquad (14)$$

em que H_i (s) é a função de transferência relativa à entrada de ordem i e F (s) é uma função da variável s que depende das condições iniciais.

Esta equação ainda se pode escrever sob a forma

$$X(s) = \sum_{i=1}^{m} X_i(s) + F(s) \qquad (15)$$

sendo

$$X_i(s) = Y_i(s).H_i(s) \qquad (16)$$

Consideremos agora, outra vez, o caso mais simples a que se refere a equação (12) e a que corresponde o diagrama-bloco da figura 1 e supo-

Fig. 1

nhamos que o sistema em questão é um amplificador operacional. Vejamos qual deverá ser a forma da função de transferência H (s) para operações simples tais como: multiplicação por uma constante; derivação; e integração.

Suponhamos que pretendíamos que

$$x(t) = k \cdot y(t) \tag{17}$$

em que k é um número real. Será

$$X(s) = k\,Y(s) \tag{18}$$

e deverá ser

$$H(s) = k \tag{19}$$

isto é, a função de transferência deve ser igual à constante k que é o multiplicador na operação desejada.

Analisemos a seguir o caso de dever ser

$$x(t) = \frac{dy(t)}{dt} \tag{20}$$

isto é, em que a resposta x (t) seja o resultado de aplicar à excitação y (t) a operação de derivação. Será, então,

$$X(s) = s\,Y(s) - y(o) \tag{21}$$

e, admitindo y (o) = 0, será

$$X(s) = s\,Y(s) \tag{22}$$

$$H(s) = s \tag{23}$$

Deverá pois ser esta a forma da função H (s) para que o amplificador realize a operação de derivação.

Vejamos ainda qual deverá ser a forma da função de transferência para que seja

$$x(t) = \int_0^t y(\tau)\,d\tau \tag{24}$$

isto é, para que x (t) seja igual ao integral entre o e t da função excitação y (t). Será, neste caso,

$$X(s) = \frac{1}{s}\,Y(s) \tag{25}$$

o que significa que a função de transferência deverá ser

$$H(s) = \frac{1}{s} \tag{26}$$

para que o amplificador realize a operação de integração.

3. AMPLIFICADOR OPERACIONAL COM REALIMENTAÇÃO UTILIZANDO UM PÊNTODO. ANÁLISE RIGOROSA

Consideremos um andar de amplificação, com realimentação, utilizando uma válvula pêntodo, segundo o circuito exemplificado da figura 2. Em série com a entrada temos uma impedância Z_1. Em derivação, entre a grelha de comando e o cátodo, a impedância Z_g. Estabelecendo a realimentação entre a placa e a grelha de comando, a impedância Z_f.

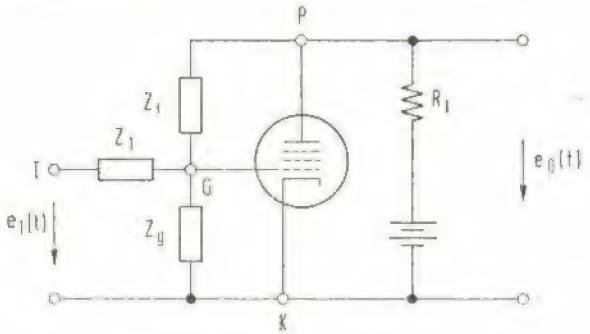


Fig. 2

Admitindo que o funcionamento da válvula é linear em classe A_1 podemos traçar o esquema equivalente representado na figura 3.

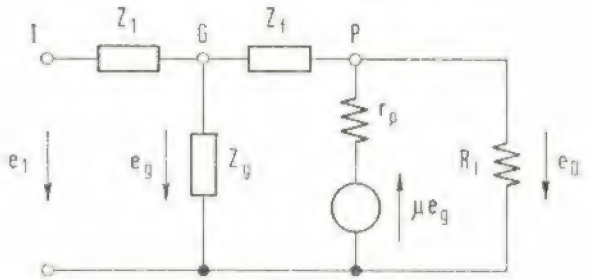


Fig. 3

As tensões representadas no esquema são funções do tempo. Os rectângulos, representando as impedâncias Z_i, Z_g e Z_f, representam conjuntos de elementos tais como resistências, condensadores e bobinas.

Se quisermos estudar este circuito, no domínio da variável tempo, teremos de ter em consideração os elementos referidos (resistências, condensadores e bobinas) e escrever as equações de valores instantâneos relativas ao circuito. Serão, em geral, equações diferenciais, ou integrais, ou íntegro-diferenciais.

Essas equações poderão ser resolvidas directamente, no domínio da variável tempo, pelos métodos clássicos. Em alternativa, poderão resolver-se pelo Cálculo Operacional, no domínio da variável complexa s; através da transformação inversa poderão os resultados ser expressos no domínio da variável tempo.

Se chamarmos

$$E_i(s) = \mathcal{L}\{e_i(t)\} \tag{27}$$

$$E_g(s) = \mathcal{L}\{e_g(t)\} \tag{28}$$

$$E_o(s) = \mathcal{L}\{e_o(t)\} \tag{29}$$

e se determinarmos a função de transferência H (s) pelas regras do Cálculo Operacional relativas a circuitos eléctricos, (*) poderemos determinar a relação

$$\frac{E_o(s)}{E_i(s)} = H(s) \tag{30}$$

Se definirmos ainda a função K (s) pela relação

$$K(s) = \frac{E_o(s)}{E_g(s)} \tag{31}$$

que traduz o ganho do amplificador pròpriamente dito, a função de transferência H (s) será dada pela expressão (32) em função de K

$$H = \frac{E_o}{E_i} = \frac{K}{1 + \frac{Z_i}{Z_g} + \frac{Z_i}{Z_f}(1 - K} \tag{32}$$

e das impedâncias externas, expressas em função da variável complexa s. A expressão (*) de K em função das impedâncias do sistema e dos parâmetros do pêntodo é dada por (33)

$$K = \frac{E_o}{E_g} = \frac{\frac{1}{Z_f} - g_m}{\frac{1}{Z_f} + \frac{1}{r_p} + \frac{1}{R_l}} \tag{33}$$

Substituindo (33) em (32) obtém-se a expressão geral

$$H = -\frac{Z_f}{Z_i} \times \frac{\frac{1}{Z_f} - g_m}{\left(\frac{1}{Z_f} - g_m\right) - \left(\frac{1}{Z_f} + \frac{1}{r_p} + \frac{1}{R_l}\right)\left(1 + \frac{Z_f}{Z_i} + \frac{Z_f}{Z_g}\right)} \tag{34}$$

Esta expressão geral tem pouco interesse em vista da sua complexidade. Mostra-se, (*) contudo, que sendo

$$\left|\frac{Z_i}{Z_g}\right| \ll 1 \tag{35}$$

$$|K| \gg \left|1 + \frac{Z_f}{Z_i}\right| \tag{36}$$

a expressão (32) que nos dá H em função de K e das impedâncias em jogo se simplifica e a função de transferência toma o aspecto extremamente simples

$$H(s) = \frac{E_o(s)}{E_i(s)} = -\frac{Z_f}{Z_i} \tag{37}$$

em que Z_f é a impedância de realimentação e Z_i é a impedância em série com o amplificador pròpriamente dito.

Operação de multiplicação por uma constante

Suponhamos, nestas circunstâncias, que as impedâncias Z_f e Z_i são iguais. O amplificador realizará a operação de multiplicação por (—1), isto é, a operação de inversão. Se Z_f e Z_i forem da mesma natureza, por exemplo resistivas, e se for $Z_f = n Z_i$ o amplificador realiza a operação de multiplificação por (—n). É evidente que *n* poderá ser superior ou inferior à unidade.

(*) Esta determinação é apresentado no Apêndice 1, do Capítulo XIII das «Lições de Electrónica Aplicada», do Autor, Edição A.E.I.S.T.

(*) Expressões deduzidas no Apêndice 1, obra citada.

(*) Expressões deduzidas no Apêndice 1, obra citada.

Operação de integração

Consideremos agora o caso de Z_i ser uma resistência

$$Z_i = R_i \tag{38}$$

e de Z_f ser a impedância capacitiva relativa a um condensador C_f, isto é,

$$Z_f = \frac{1}{s\,C_f} \tag{39}$$

A função de transferência será, neste caso, a partir de (37),

$$H(s) = -\frac{1}{s\,C_f\,R_i} \tag{40}$$

e podemos assim escrever

$$E_o(s) = -\frac{1}{C_f R_i}\,\frac{1}{s}\,E_i(s) \tag{41}$$

a que corresponde a transformada inversa

$$e_o(t) = -\frac{1}{C_f R_i}\int_0^t e_i(z)\,dz \tag{42}$$

Isto significa que a tensão de saída resulta da integração entre 0 e t da função de entrada e da multiplicação pelo factor $\left(-\frac{1}{C_f R_i}\right)$. O amplificador operacional realiza assim a operação de integração (e multiplicação).

Consideremos, como exemplo, o caso particular de aplicarmos na entrada uma função alternada sinusoidal

$$e_i = E_m \text{ sen } \omega t \tag{43}$$

A tensão de saída será pois, em vista de (42),

$$e_o = \frac{E_m}{\omega\,C_f\,R_i}\cos\,\omega t \tag{44}$$

Observemos ainda a expressão (44) de e_o e notemos que a frequência angular ω aparece no denominador da amplitude. Isto significa que, se a tensão de entrada, em vez de ser rigorosamente sinusoidal, contivesse componentes espúrias de frequências elevadas, a tensão de saída e_o seria apreciàvelmente «mais limpa» de componentes espúrias do que a tensão de entrada.

Operação de derivação

No caso de ser Z_i a impedância capacitiva relativa a um condensador C_i

$$Z_i = \frac{1}{sC_i} \tag{45}$$

e Z_f uma resistência

$$Z_f = R_f \tag{46}$$

a função de transferência será, em vista de (37),

$$H(s) = -\frac{Z_f}{Z_i} = -R_f\,C_i\,s \tag{47}$$

e podemos escrever

$$E_o(s) = -R_f\,C_i\,s\,E_i(s) \tag{48}$$

a que corresponde a transformada inversa

$$e_o(t) = -R_f\,C_i\,\frac{de_i(t)}{dt} \tag{49}$$

O amplificador realiza assim a operação de derivação (e multiplicação).

Consideremos também neste caso o exemplo de ser

$$e_i = E_m \text{ sen } \omega\,t \tag{50}$$

sendo, portanto, em vista de (49),

$$e_o = -R_f\,C_i\,\omega\,E_m\cos\,\omega\,t \tag{51}$$

Como a amplitude do sinal de saída é afectada do factor ω, o circuito de derivação é muito sensível às componentes espúrias de frequências elevadas que aparecem amplificadas na saída. Por este motivo, a operação de derivação raramente se emprega em computação analógica.

4. REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DUM AMPLIFICADOR OPERACIONAL. CASO GERAL

Um «amplificador operacional» é, como vimos, constituído por um amplificador pròpriamente dito, de ganho K, e por impedâncias externas associadas. No parágrafo anterior estudámos o caso particular de se empregar um pêntodo como dispositivo electrónico amplificador. Podemos, contudo, fazer uma análise aproximada, independente do dispositivo electrónico utilizado e, para esse

efeito, consideremos o esquema da figura 4 em que o amplificador pròpriamente dito é representado por um quadripolo activo cuja impedância de entrada é Z_i.

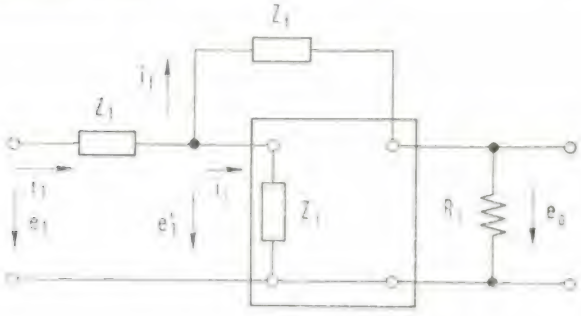


Fig. 4

Em relação a este circuito, pode determinar-se (*) a função de transferência do conjunto, encontrando-se a expressão

$$H = \frac{E_0}{E_1} = \frac{K}{1 + \frac{Z_1}{Z_i} + \frac{Z_1}{Z_f}(1 - K)} \qquad (52)$$

que é idêntica a (32) excepto em que agora figura a impedância Z_i em vez da impedância Z_g. Admitindo as hipóteses simplificativas consideradas a propósito daquela expressão, conclui-se, como anteriormente, para (37), que será

$$H = \frac{E_0}{E_1} \simeq -\frac{Z_f}{Z_1}$$

Esta aproximação equivale de facto a admitir que a tensão e'_1 é muitíssimo mais pequena que e_1 e que a corrente i_i se pode desprezar em relação a i_1 e i_f. Em relação à representação esquemática da figura 5 isso equivale a admitir que o «ponto de junção» está ao potencial da terra e

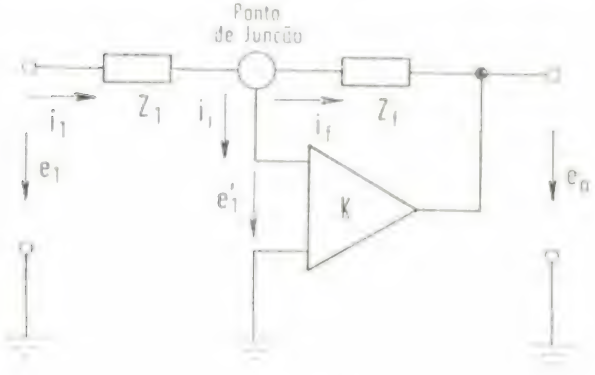


Fig. 5

que $i_1 \simeq i_f$. Nestas condições pode concluir-se imediatamente (*)

$$H = \frac{E_0}{E_1} \simeq \frac{-I_f Z_f}{I_1 Z_1} = -\frac{Z_f}{Z_1}$$

que é a expressão (37) que tínhamos encontrado anteriormente e que, como sabemos, se refere ao domínio da variável complexa s.

Outra representação esquemática simplificada de um amplificador operacional, com uma entrada e uma saída, é dada na figura 6.

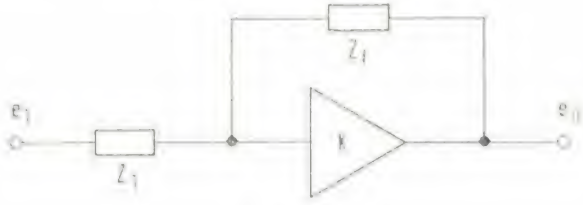


Fig. 6

Trata-se de um tipo de representação muito usado na prática e que se presta muito bem para o caso de um amplificador operacional com várias entradas como se ilustra na figura 7.

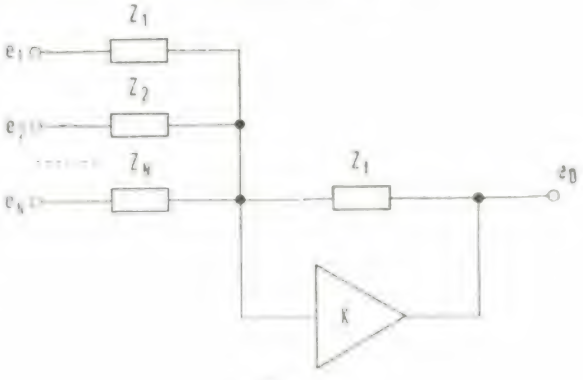


Fig. 7

Este esquema podia, por exemplo, dizer respeito ao caso prático corrente de um amplificador de adição, como veremos a seguir.

5. AMPLIFICADOR DE ADIÇÃO

Se, em relação ao circuito da figura 7 continuarmos a admitir que é desprezável a corrente de entrada do amplificador pròpriamente dito e que

(*) V. Apêndice 2 do capítulo XIII das «Lições de Electrónica Aplicada», do Autor, edição A.E.I.S.T.

o «ponto de junção» está aproximadamente ao potencial da terra (em relação ao qual se medem as tensões e_1 e_2 . . . e_N, e_o) podemos escrever, no domínio da variável s,

$$\sum_{k=1}^{N} \frac{E_k}{Z_k} + \frac{E_o}{Z_f} = 0 \qquad (53)$$

de onde se conclui

$$E_o = - Z_f \sum_{k=1}^{N} \frac{E_k}{Z_k} \qquad (54)$$

No caso particular de ser N = 1, teremos a relação, já obtida anteriormente,

$$E_o = - \frac{Z_f}{Z_1} E_1 \qquad (55)$$

No caso de haver N entradas e de serem iguais as impedâncias associadas às várias entradas e Z_f será

$$E_o = - \sum_{k=1}^{N} E_k \qquad (56)$$

e o amplificador operacional realizará as operações de adição (e inversão).

6. AMPLIFICADOR DE INTEGRAÇÃO

Consideremos um amplificador operacional utilizando um pêntodo em que a impedância de realimentação Z_f é constituída por um condensador C e a impedância em série $Z_1 = R_1$ é resistiva pura, como se representa no esquema simplificado da figura 8. A função de transferência do sistema, calculada no Apêndice 1 é dada pela equação (34).

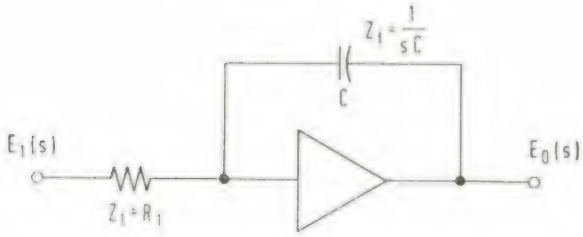


Fig. 8

Vimos ainda que, dentro de certa aproximação, se verificava a equação (37) e que, para as impedâncias em jogo no esquema da figura 8, se verificava a equação (40),

$$H(s) = - \frac{1}{sCR_1},$$

que corresponde à operação de integração.

As simplificações que fizemos ao passar da equação (34) para a equação (37) significam, contudo, que o circuito só funciona como integrador, dentro de uma certa aproximação. Para melhor apreciarmos esta limitação, retomemos a equação geral (34) e consideremos apenas as aproximações traduzidas pelas desigualdades

$$R_g \gg R_1, R_l$$

$$r_p \gg R_1, R_l$$

que são em geral legítimas se se tratar de um amplificador com pêntodo. Nestas condições, conclui-se (*) que a função de transferência H (s) se pode escrever sob a forma

$$H(s) = A \frac{s - a}{s + b} \qquad (57)$$

em que as constantes A, a e b são funções das impedâncias em jogo e dos parâmetros do pêntodo (**).

As duas condições de aproximação referidas correspondem às expressões

$$H(s) = - \frac{1}{sCR_1} \qquad H'(s) = A \frac{s - a}{s + b}. \qquad (58)$$

$$E_o(s) = - \frac{1}{sCR_1} E_1(s) \qquad E'_o(s) = A \frac{s - a}{s + b} E_1(s)$$

e é evidente que, para uma dada excitação $e_1(t)$, obteremos duas expressões diferentes para a resposta $e_o(t)$. As expressões do lado esquerdo são as expressões ideais para o funcionamento do circuito como integrador. As expressões do lado direito correspondem mais à realidade prática e estão mais de acordo com o funcionamento real do circuito. Para podermos apreciar o «erro» cometido pelo circuito, em relação ao seu funcionamento ideal como integrador, consideremos o caso concreto de a função excitação ser a seguinte função «degrau»

(*) V. Apêndice 3, obra citada.

(**) As respectivas expressões estão deduzidas no Apêndice 3, obra citada.

$$e_1(t) = 0 \qquad t < 0$$
$$e_1(t) = -E \qquad t > 0 \tag{59}$$

a que corresponde a transformada de Laplace

$$E_1(s) = -\frac{E}{s} \tag{60}$$

Teremos assim, nos dois casos referidos,

$$E_0(s) = \frac{E}{CR_1}\,\frac{1}{s^2} \qquad E'_0(s) = -AE\,\frac{(s-a)}{s\,(s+b)} \tag{61}$$

cujas transformadas inversas serão, respectivamente,

$$e_0(t) = \frac{E}{CR_1}\,t \qquad e'_0(t) = \frac{AEa}{b}\,(1-e^{-bt}) - AE\,e^{-bt} \tag{62}$$

Destas duas expressões, e_0 (t) representa a saída se o amplificador operacional executasse rigorosamente a operação de integração; e'_0 (t) é, sensìvelmente, a forma prática da tensão de saída. Além de um certo «erro de escala», que pode ser fàcilmente corrigido, há uma «contaminação» na forma do sinal de saída, tendo grande interesse a determinação do erro inerente à operação e a influência dos parâmetros em jogo na ordem de grandeza desse erro (*).

Consideremos ainda um circuito de integração com várias entradas como se representa no esquema da figura 9.

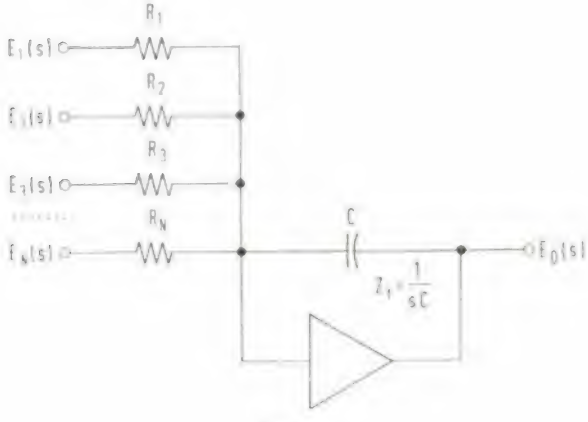


Fig. 9

De acordo com a análise aproximada do § 4, isto é, desprezando a corrente de entrada do amplificador pròpriamente dito e admitindo que o ponto de junção está ao potencial da terra, seria

$$\sum_{k=1}^{N} \frac{E_k}{R_k} + \frac{E_0}{Z_f} = 0$$
$$E_0 = -\frac{1}{sC}\sum_{k=1}^{N}\frac{E_k}{R_k} \tag{63}$$

o que significa que se trata de um «integrador de adição». De facto, o circuito faz uma adição (das funções E_1 $E_2 \ldots E_N$ afectadas respectivamente dos «factores de peso» $1/R_1$, $1/R_2 \ldots 1/R_N$) e a integração da soma. Haverá, naturalmente, que ter em consideração o «factor de escala» resultante.

Como já dissemos no § 3, quando se aplicar na entrada um sinal complexo, quanto mais elevada for a ordem das harmónicas, maior será a atenuação que elas têm na saída. De facto, se se determinar a impedância de saída do amplificador operacional de integração encontra-se uma impedância equivalente a uma capacidade de valor muito elevado em série com uma resistência muito baixa. Isto significa ainda que as componentes de tremor que existam na tensão de alimentação de placa do pêntodo são pràticamente curto-circuitadas de modo que há efectivamente uma acção apreciável de estabilização de tensão.

7. AMPLIFICADOR DE DERIVAÇÃO

Já vimos quais as impedâncias externas para as quais um amplificador operacional realiza, dentro de certa aproximação, a operação de derivação.

Devemos, contudo, salientar novamente que o amplificador de derivação é raramente utilizado.

Como já vimos, se na entrada for aplicado um sinal complexo, as respectivas componentes espúrias de frequências elevadas aparecem muito amplificadas na saída; quando o sinal de entrada apresenta picos acentuados, o sinal de saída tende a apresentar picos ainda mais acentuados, o que pode conduzir a sobrecarga no amplificador; uma terceira razão para este tipo de amplificador operacional ser pouco usado na prática consiste na dificuldade de estabilização, em contraste com o amplificador de integração em que a estabilização é altamente facilitada, conforme referimos.

(*) Este assunto é tratado na obra «Electronic Analogue Computors» por C.A.A. Wass, pág. 101 e seguintes.

8. RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

A resolução de equações diferenciais pode fazer-se nos chamados «analisadores electrónicos diferenciais» que incluem, como elementos essenciais de computação, amplificadores operacionais de integração. E devemos desde já salientar que a designação «analisador diferencial» nos parece imprópria e que seria preferível usar o termo «sintetizador por integração» pois que, essencialmente, o dispositivo faz, por integrações sucessivas, a síntese da variável que constitui a incógnita do problema.

Consideremos em primeiro lugar o exemplo simples da equação (64)

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} = y(t) \qquad (64)$$

a que correspondem as condições iniciais

$$t = o \quad x = o \quad \frac{dx}{dt} = 4\,m\,s^{-1} \qquad (65)$$

Esta equação poderia resolver-se utilizando dois amplificadores operacionais de integração. No primeiro, representado na figura 10, supomos ligada na entrada a função $\frac{d^2x}{dt^2}$. Se o produto RC for igual à unidade (o que se conseguirá se, por exemplo, $R = 1M\Omega$ $C = 1\mu F$), a saída será a função $-\frac{dx}{dt}$ pois que o amplificador operacional realizará a operação de integração, acompanhada de uma inversão, como sabemos. Como já vimos anteriormente, o ponto de junção do amplificador operacional está «virtualmente» ao potencial da terra, o que significa que a tensão de saída está pràticamente aplicada aos terminais do condensador de integração C. Nestas condições, se o condensador estivesse inicialmente (isto é, imediatamente antes de se iniciar a computação) descarregado, isso corresponderia à condição inicial $dx/dt = 0$ para $t = 0$. Se, por outro lado, a condição inicial fosse, como estabelecido no enunciado do problema, $dx/dt = 4\ m\ s^{-1}$, teríamos que carregar o condensador com uma tensão inicial que, na escala utilizada, correspondesse a esse valor. Esta carga deve ser dada, prèviamente à computação, ligando uma fonte de tensão contínua em paralelo com o condensador, estando o amplificador então inoperativo. No momento de se iniciar a computação, desliga-se a fonte de carga do condensador e torna-se operativo o amplificador.

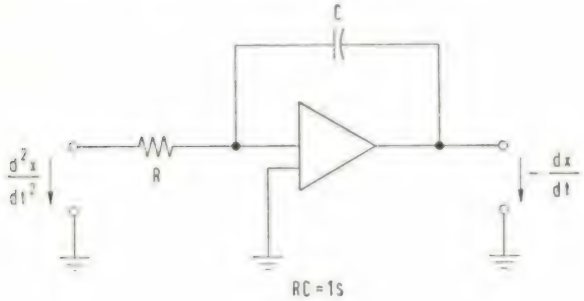


Fig. 10

Deste modo, a tensão de saída do conjunto integrador começará a variar a partir do valor inicial desejado. Embora os circuitos de estabelecimento das condições sejam, na prática, relativamente complexos, nós vamos utilizar uma representação esquemática simples como se observa na figura 10-a.

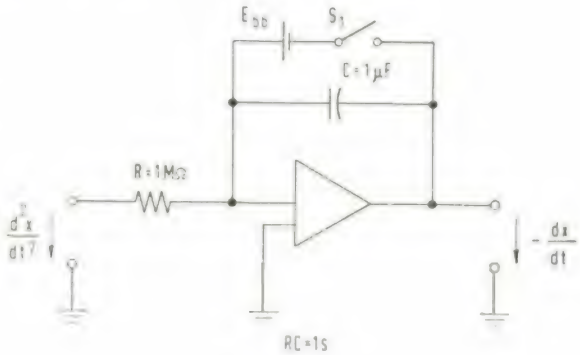


Fig. 10-a

Quando o interruptor S_1 está ligado, o amplificador está inoperativo.

No momento de se iniciar a computação, o interruptor S_1 abre e, simultâneamente, outros circuitos de comando tornam o amplificador operativo.

O segundo amplificador operacional será também um conjunto integrador cuja entrada será agora a função $-\frac{dx}{dt}$ e cuja saída será a função incógnita x (t), como se representa na figura 11.

Como a condição inicial para esta função é $x(t) = 0$, para $x = 0$, o condensador deve estar curto-circuitado na situação inicial, antes de se

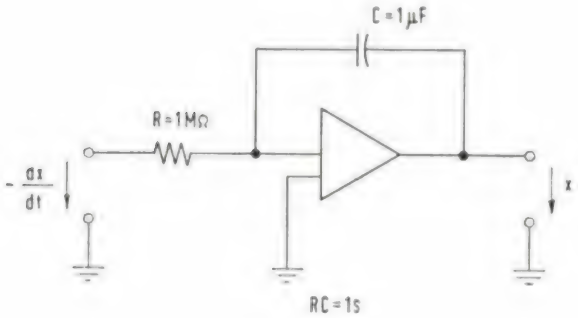


Fig. 11

para $t = o$ que, no analisador, serão traduzidas pelas tensões iniciais (estabelecidas como vimos no exemplo anterior) V_{10} e V_{20}. Comecemos o nosso esquema pela função $\frac{d^2x}{dt^2}$ e por meio de uma integração (e inversão) obteremos a função $\left(-\frac{dx}{dt}\right)$. Uma segunda integração (e inversão) dar-nos-á $x(t)$ tal como no exemplo anterior. Na figura 13 representamos estes dois conjuntos integradores que estão situados entre os pontos (1) e (3).

Do ponto (2) onde a tensão é $-(dx/dt)$ tiramos uma derivação para ligar na entrada (a) de outro amplificador operacional como se representa na

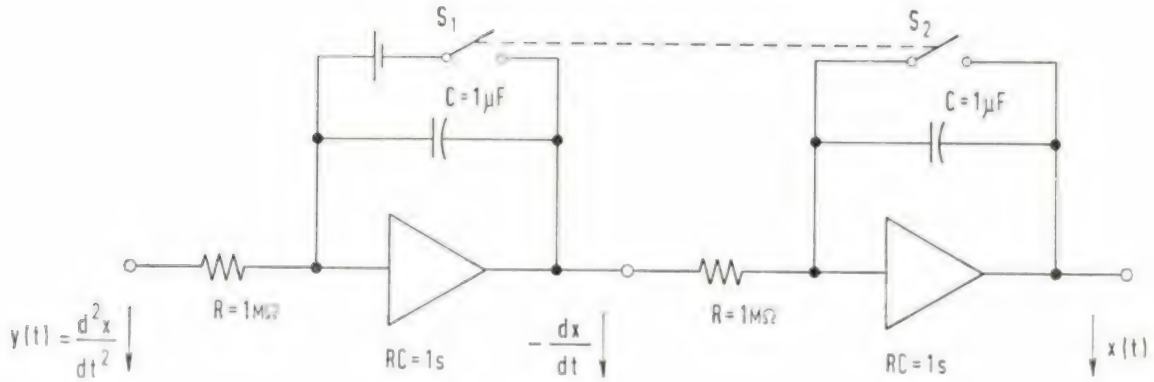


Fig. 12

iniciar a computação, como se representa no esquema de conjunto da figura 12. Deve observar-se que os dois interruptores S_1 e S_2 devem estar ligados mecânicamente de modo a operarem simultâneamente.

Se ligarmos na entrada a excitação $y(t)$ que, pela equação, será igual a d^2x/dt^2, teremos na saída a função incógnita $x(t)$.

Vejamos agora como se pode resolver uma equação com mais termos, do tipo

$$\frac{d^2x}{dt^2} + k_1 \frac{dx}{dt} + k_2\, x - y(t) = 0 \qquad (66)$$

em que $y(t)$ é a excitação conhecida e $x(t)$ é a incógnita que pretendemos determinar. Supomos conhecidas as condições iniciais $x'(o)$ e $x(o)$

figura e que realiza ao operações de multiplicação pela constante k_1 (por ser $R/R_1 = k_1$), em relação à entrada (a) e de adição em relação à entrada (b). Estas operações são, como sempre, acompanhadas de inversão. Na entrada (b) aplica-se, como se indica no esquema, a excitação conhecida $y(t)$. Na saída (c) deste amplificador operacional temos pois a função

$$\left(k_1 \frac{dx}{dt} - y\right).$$

Os pontos (3) e (c) vão por sua vez ligar nas duas entradas de outro amplificador operacional, ligado ente os pontos (3) e (4), que realiza as operações de multiplicação pela constante k_2 (por ser $R/R_2 = k_2$), em relação à entrada (3), e de adição, em relação à entrada (c). Estas operações são, como sempre, acompanhadas de inversão.

Na saída (4) temos assim a função

$$-k_1 \frac{dx}{dt} - k_2 x + y$$

que, em relação à equação (66) dada, representa a segunda derivada

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -k_1 \frac{dx}{dt} - k_2 x + y$$

que supuzemos aplicada no ponto (1). Bastará pois ligar o ponto (4) ao ponto (1) e temos o circuito completo do dispositivo que nos permitirá a resolução de equações diferenciais do tipo de equação (66).

Conforme observámos, a excitação conhecida y(t) é ligada no ponto (b). A função incógnita x(t) é a tensão relativa ao ponto (3). Se desejássemos simultâneamente ter a função $\frac{d^2x}{dt^2}$ bastaria registar a tensão relativa ao ponto (1). A função $\frac{dx}{dt}$ poderia obter-se a partir da tensão relativa ao ponto (2) seguida de uma inversão (que poderia ser assegurada por um amplificador operacional em que fosse $R_1 = Z_f = R$).

Convém ainda fazer mais um comentário em relação ao estabelecimento das condições iniciais, pois este pode ser feito por dois métodos básicos: um é o referido nos exemplos citados em que cada condensador é carregado inicialmente de modo que a tensão de saída de cada integrador começará a variar a partir do valor inicialmente estabelecido; outro método, também seguido na prática, consiste em ter todos os condensadores descarregados antes da computação e em adicionar, ao iniciar-se a computação, à tensão de saída de cada integrador uma tensão «degrau» cuja amplitude represente o valor inicial da respectiva variável. Ainda que este segundo método seja algo mais fácil de realizar pràticamente que o primeiro, só pode ser usado com computadores com registadores e elementos de computação capazes de «seguir» uma função degrau com suficiente precisão.

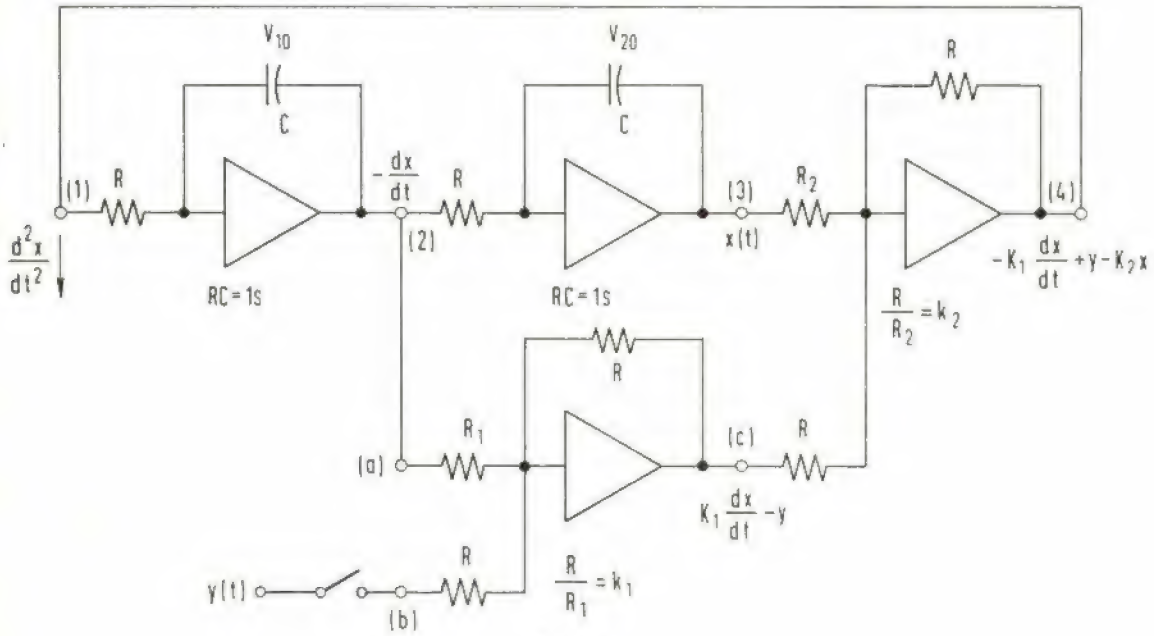


Fig. 13

C. D. U. 621.311.5/51

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

I — Breve nota mensal

As afluências ao conjunto do sistema, exceptuados os aproveitamentos do Douro Internacional, apresentaram um cáracter desfavorável, com probabilidade de serem excedidas da ordem dos 76 %; no conjunto de todos os aproveitamentos as afluências têm, porém, uma probabilidade de serem excedidas da ordem dos 57 % o que resulta de o regime de afluências do Douro ter sido relativamente mais favorável, em parte por efeito do desarmazenamento apreciável na albufeira de Ricobayo. O coeficiente de produtibilidade do mês foi de 0,80.

II — Elementos gerais (GWh)

	a) Mensais 1965	a) Mensais 1966	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	503,5	509,0	+ 1
Produção térmica (P_t)	0,0	4,1	—
Produção total (P_T)	503,5	513,1	+ 2
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	5,3	3,0	— 43
Exportações (Ex)	0,0	0,0	0
Importações (I)	0,0	0,0	0
Saldo importador (S_I)	0,0	0,0	0
Consumo em bombagem (C_b) . .	27,9	0,0	— 100
Produção para consumos perman. (P_{cp})	401,8	444,5	(1) + 10,6
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) . . .	79,1	71,6	— 9
Total	508,8	516,1	+ 1
Coeficiente de hidraulicidade	1,38	0,80	—

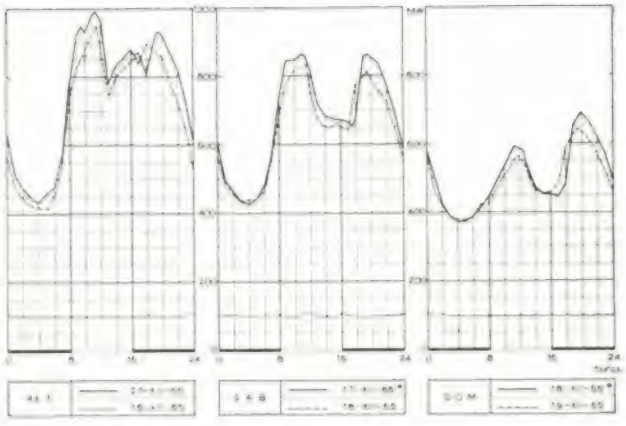
NOTA

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 11,2 e 6,0 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1965	4.ª feira: 1966
Produção hidráulica		(P_h) MWh	17941	18315
Produção térmica		(P_t) MWh	0	0
Produção total		(P_T) MWh	17941	18315
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	0	0
Consum em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	800	0
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	14474	15897
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnP}) MWh	2667	2418
TOTAL		$P_T + (I - Ex)$ MWh	17141	18315
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	949	992
		Potência mín. MW	416	439
		Utiliz. da ponta horas	18,1	18,5
		Factor de carga	0,75	0,77
	P_{cp}	Potência máx. MW	839	886
		Potência mín. MW	306	343
		Utiliz. da ponta horas	17,3	17,9
		Factor de carga	0,72	0,75

DEZEMBRO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	No fim do mês % (1)
Alto Rabagão	762,7	78,4
Paradela	181,6	81,6
Venda Nova	108,8	85 0
Salamonde	20,5	47,3
Caniçada	31,5	95,2
Vilar	5,4	5,8
Cabril	181,7	53,6
Castelo do Bode	125,7	77,1
Guilhofrei	3,7	44,6
Lagoa Comprida	7,1 (2)	17,3
Santa Luzia	28,2	45,8
Pracana	10,1	78,3
Póvoa	4,6 (3)	26,0
Total { com A. Rabagão . . .	1471,6	69,8
Total { sem A. Rabagão . . .	708,9	62,4

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 2,0 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 1,1 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,9 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 2,0 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

O novo Nível automático de engenheiro

WILD NAK 2

com círculo horizontal

WILD
HEERBRUGG

Para nivelamentos de média e grande precisão; com micrómetro de lâmina de faces plano-paralelas para nivelamentos de grande precisão.

Erro médio para 1 Km de nivelamento duplo: ± 1,5 mm

Erro médio para 1 Km de nivelamento duplo com micrómetro: ± 0,4 mm

Luneta de 30 × de aumento com imagem direita de observação

Solicitem catálogo ou demonstração aos representantes exclusivos

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8
LISBOA - 2 — TELEFONE 68 11 27

INDUSTRIAIS TEXTEIS

PARA OS VOSSOS MANCHONS, FLANELAS, TRANSPORTADORES,
E TODOS OS TECIDOS TÉCNICOS

EM FIBRAS NATURAIS OU SINTÉTICAS

Consultem:

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS
SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 52093-52094
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

(SONDADORA)

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES DE CIMENTO e outros produtos — INFRAESTRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português

DELEGAÇÃO - LISBOA
R.S.Pedro de Alcântara, 1
Tel. 32 46 93 e 21 32 56

SEDE - LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C.P.2178 - Tel.4226

MOÇAMBIQUE
L.Marques - C.P.982 - Tel.741121
Beira - C.P. 1002 - Tel. 71497

C. D. U. 551.245

DETERMINAÇÃO DO ESPAÇAMENTO DAS DIACLASES DE UM SISTEMA (*)

por NUNO F. GROSSMANN
Estag. para Especialista do LNEC
Assistente do IST

RESUMO

Apresenta-se uma nova definição de espaçamento das diaclases de um sistema e mostra-se que a partir desta definição se podem obter fórmulas de cálculo simples para os casos práticos correntes. Apresentam-se exemplos.

SUMMARY

A new definition of the spacing of a joint set is given, and it is shown that based on this definition one can obtain simple calculation formulas for the usual cases in practice. Examples are given.

A definição clássica e intuitiva do espaçamento das diaclases de um sistema é a de *Distância média entre diaclases sucessivas medida segundo a perpendicular às diaclases* (fig. 1).

É evidente que esta definição encerra em si, como defeito principal, o exigir que as diaclases sejam de área infinita ou que tenham projecções sobreponíveis num plano a elas paralelo. Se tal não acontece, o que é o caso normal, surgirão desde logo dúvidas sobre o que são diaclases sucessivas (fig. 2). Além disso, acontece que, na prática, é muitas vezes difícil proceder àquela medição com o conveniente rigor, principalmente se se atender ao facto de que as diaclases de um sistema não são perfeitamente paralelas entre si.

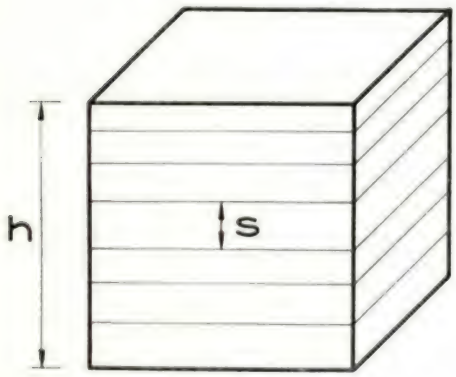
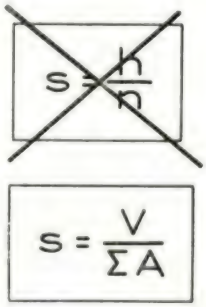


Fig. 1



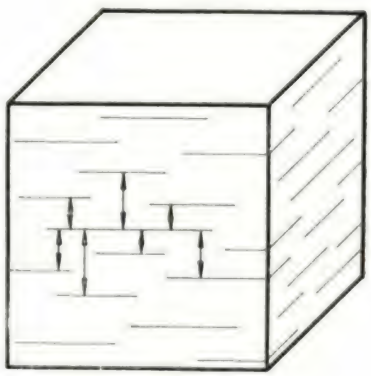


Fig. 2

Por todas estas razões e com fins de maior clareza e objectividade, propôs-se na comunicação 2.21 a este Congresso (**) a substituição da definição acima pela de *Cociente entre o volume de uma dada massa de rocha e o somatório das áreas das diaclases, do sistema em causa, nele contidas* (fig. 2).

Esta definição simples inclui a definição clássica para o caso das diaclases de área infinita ou de projecção sobreponível. Por exemplo, para o cubo desenhado na fig. 1, com n diaclases, temos

$$V = h^3$$

(*) Intervenção na discussão do tema 2 do 1.º Congresso da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (Setembro de 1966).

(**) A. F. da Silveira, F. Peres Rodrigues, N.F. Grossmann e F. de Mello Mendes — Quantitative characterization of the geometric parameters of jointing in rock masses, Proc. 1st. Cong. Int. Soc. of Rock Mechanics, Lisboa 1966.

$$\Sigma A = nh^2$$

e portanto

$$s = \frac{h}{n}$$

A nova definição encerra, além disso, uma outra potencialidade que parece suficiente para justificar o seu uso geral: permite obter fórmulas de cálculo muito simples para os casos práticos correntes. Para as deduzir, estabelecem-se as seguintes cinco hipóteses:

a) Todas as diaclases são planas.

b) Todas as diaclases são circulares.

c) Todas as diaclases de um sistema são paralelas entre si.

d) Todas as diaclases de um sistema têm área igual.

e) A intersecção média real das diaclases de um sistema numa superfície qualquer é igual à intersecção mais provável nessa superfície de uma diaclase paralela às diaclases do sistema e com área igual à média das áreas reais das diaclases do sistema.

A intersecção mais provável, $\bar{i}$, é a média de todas as intersecções possíveis, ou seja

$$\bar{i} = \frac{\iiint i dV}{\iiint_{V_s} dV}$$

sendo dV o elemento de volume que contém o centro da diaclase. É óbvio que só tem interesse prático o caso em que o domínio do integral do denominador corresponde ao volume V_S, lugar geométrico dos centros das diaclases que tem intersecções de comprimento diferente de zero com a superfície S. Qualquer volume maior faria tender $\bar{i}$ para zero. Pelo contrário o domínio do integral do numerador pode ser infinito, visto que, para além do volume V_S. a intersecção i é sempre nula.

Decompondo dV segundo P, o plano paralelo, e N, a normal às diaclases do sistema, vem

$$dV = dP\, dN$$

O integral do numerador pode escrever-se, então,

$$\iiint i dV = \int \left(\iint i dP \right) dN$$

Ora, o integral entre parêntesis é igual a

$$\iint i dP = \bar{A} p$$

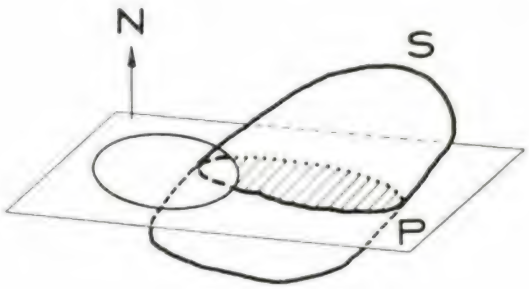
sendo $\bar{A}$ a área da diaclase e p o perímetro intersectado na superfície S pelo plano P da diaclase (fig. 3). Deste modo pode escrever-se

$$\iiint i dV = \bar{A} \int p dN$$

visto que $\bar{A}$ é constante.

Substituindo, vem

$$\bar{i} = \frac{\bar{A} \int p dN}{V_S}$$



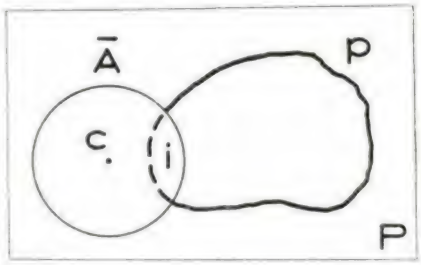


Fig. 3

Por outro lado, dN pode escrever-se

$$dN = \text{sen}\, \alpha\, dl$$

sendo α o ângulo formado pelas normais N' à superfície e N às diaclases, e dl o comprimento elementar ao longo da superfície S definido pela condição

$$(N' \wedge dl) \in P \text{ (*)}$$

sendo P o plano das diaclases (fig. 4). pdl será portanto uma 1.ª integração de $\iint dS$, sendo dS, um elemento de superfície sobre S.

(*) A normal ao plano definido por N' e dl está contida em P.

O integral $\int pdN$ pode escrever-se, portanto,

$$\int pdN = \iint \operatorname{sen} \alpha \, dS$$

e $\bar{i}$ toma a expressão

$$\bar{i} = \frac{\bar{A} \iint \operatorname{sen} \alpha \, dS}{V_S}$$

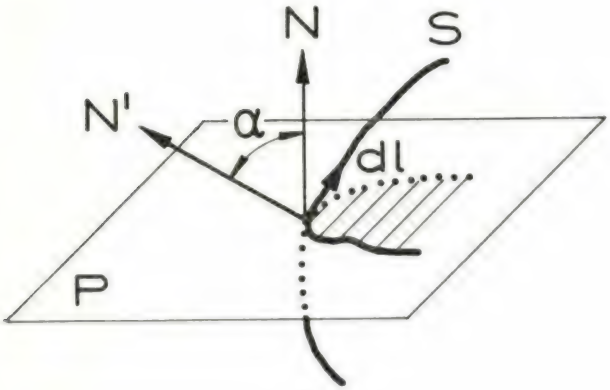


Fig. 4

Voltando à definição de espaçamento, é evidente que só interessarão casos em que se saibam determinar os valores de V e ΣA. Geralmente, existe uma superfície de observação S em que se detectam n diaclases do sistema. Então escrevendo

$$\Sigma A = n \bar{A}$$

obtem-se, por substituição nas fórmulas anteriores,

$$s = \frac{V}{\Sigma A} = \frac{V_S}{n\bar{A}} = \frac{\frac{\bar{A} \int pdN}{\bar{i}}}{n \bar{A}} = \frac{\int pdN}{n \bar{i}} = \frac{\iint \operatorname{sen} \alpha \, dS}{n \bar{i}}$$

É a simplicidade destas fórmulas, que se aplicam a uma superfície qualquer, que justifica o interesse da definição

$$s = \frac{V}{\Sigma A}$$

As fórmulas deduzidas são particularmente úteis nos casos em que

$$p = c.^{te} \quad \text{e} \quad \alpha = c.^{te}$$

ou seja, nos casos de superfícies cilíndricas ou prismáticas de directriz qualquer ($p = c.^{te}$) — galerias e poços de minas de qualquer secção, etc. — e de superfícies planas quaisquer ($\alpha = c.^{te}$) — encostas, hasteais de galerias, trincheiras, etc. Para esses casos, transformam-se em

$$s = \frac{pN}{n \bar{i}} \quad \text{e} \quad s = \frac{\operatorname{sen} \alpha \, S}{n \bar{i}}$$

em que N é a altura da superfície cilíndrica ou prismática em relação aos planos das diaclases e S a área da superfície.

Como exemplo de aplicação da 2.ª fórmula apresenta-se o caso da área plana trapezoidal da fig. 5, em que

$$S = 1 \text{ m}^2 \qquad \Sigma i = 2{,}69 \text{ m}$$

$$n = 6$$

$$\alpha = 30^\circ \qquad \bar{i} = 0{,}45 \text{ m}$$

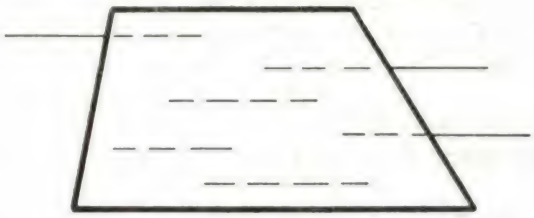


Fig. 5

Virá

$$s \cong 20 \text{ cm}$$

Como exemplo de aplicação da fórmula $s = \frac{pN}{n \bar{i}}$ apresenta-se o caso dum poço circular (fig. 6).

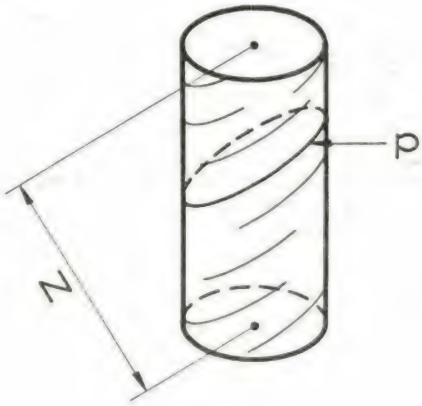


Fig. 6

Da comunicação 2.21, já referida, constam fórmulas estabelecidas com vista à utilização prática corrente.

Ao Chefe da Divisão de Fundações e Túneis do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Eng.º F. Peres Rodrigues, e ao Prof. F. Mello Mendes, o Autor agradece toda a ajuda dispenpensada durante os trabalhos e estudos referentes a este assunto.

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

JANEIRO

I — Breve nota mensal

Durante o mês de Janeiro, as afluências ao conjunto do sistema, exceptuados os aproveitamentos do Douro Internacional, apresentaram um carácter desfavorável, com probabilidade de serem excedidas da ordem dos 67 %, sendo, no entanto, ligeiramente menos desfavoráveis que a registada em Dezembro. No conjunto de todos os aproveitamentos, as afluências têm uma probabilidade de serem excedidas da ordem dos 64 %. O coeficiente de produtibilidade do mês foi de 0,72.

II — Elementos gerais (GWh)

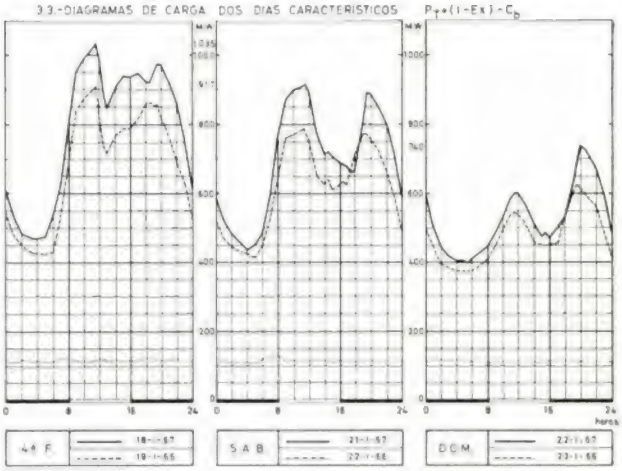
	a) Mensais 1966	a) Mensais 1967	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	492,5	521,0	+ 6
Produção térmica (P_t)	0,0	14,2	—
Produção total (P_T)	492,5	535,2	+ 9
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	5,4	2,8	— 48
Exportações (Ex)	0,0	0,0	0
Importações (I)	0,0	0,0	0
Saldo importador (S_I)	0,0	0,0	0
Consumo em bombagem (C_b) . .	23,7	0,0	— 100
Produção para consumos perman. (P_{cp})	392,5	459,0	(1) + 16,9
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) . . .	81,7	79,0	— 3
Total	497,9	538,0	+ 8
Coeficiente de hidraulicidade	1,93	0,72	—

NOTA

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 18,2 e — %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1966	4.ª feira: 1967
Produção hidráulica		(P_h) MWh	17457	18125
Produção térmica		(P_t) MWh	0	860
Produção total		(P_T) MWh	17457	19285
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	0	0
Consum em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	750	0
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	14111	16544
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	2596	2741
TOTAL		$P_T + (I-Ex)$ MWh	16707	19285
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	995	1035
		Potência mín. MW	427	470
		Utiliz. da ponta horas	18,5	18,6
		Factor de carga	0,77	0,78
	P_{cp}	Potência máx. MW	796	915
		Potência mín. MW	315	356
		Utiliz. da ponta horas	17,7	18,1
		Factor de carga	0,74	0,75



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	No fim do mês % (1)
Alto Rabagão	784,1	80,6
Paradela	190,4	85,6
Venda Nova	109,4	85 5
Salamonde	20,0	72,5
Caniçada	27,7	83,7
Vilar	13,6	14,7
Cabril	177,3	52,3
Castelo do Bode	127,3	78,1
Guilhofrei	3,7	44,6
Lagoa Comprida	7,5 (2)	21,8
Santa Luzia	25,1	40,7
Pracana	5,5	42,6
Póvoa	3,8 (3)	17,3
Total { com A. Rabagão . . .	1495,4	70,9
Total { sem A. Rabagão . . .	711,3	62,6

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 1,1 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 1,9 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 2,0 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 1,9 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

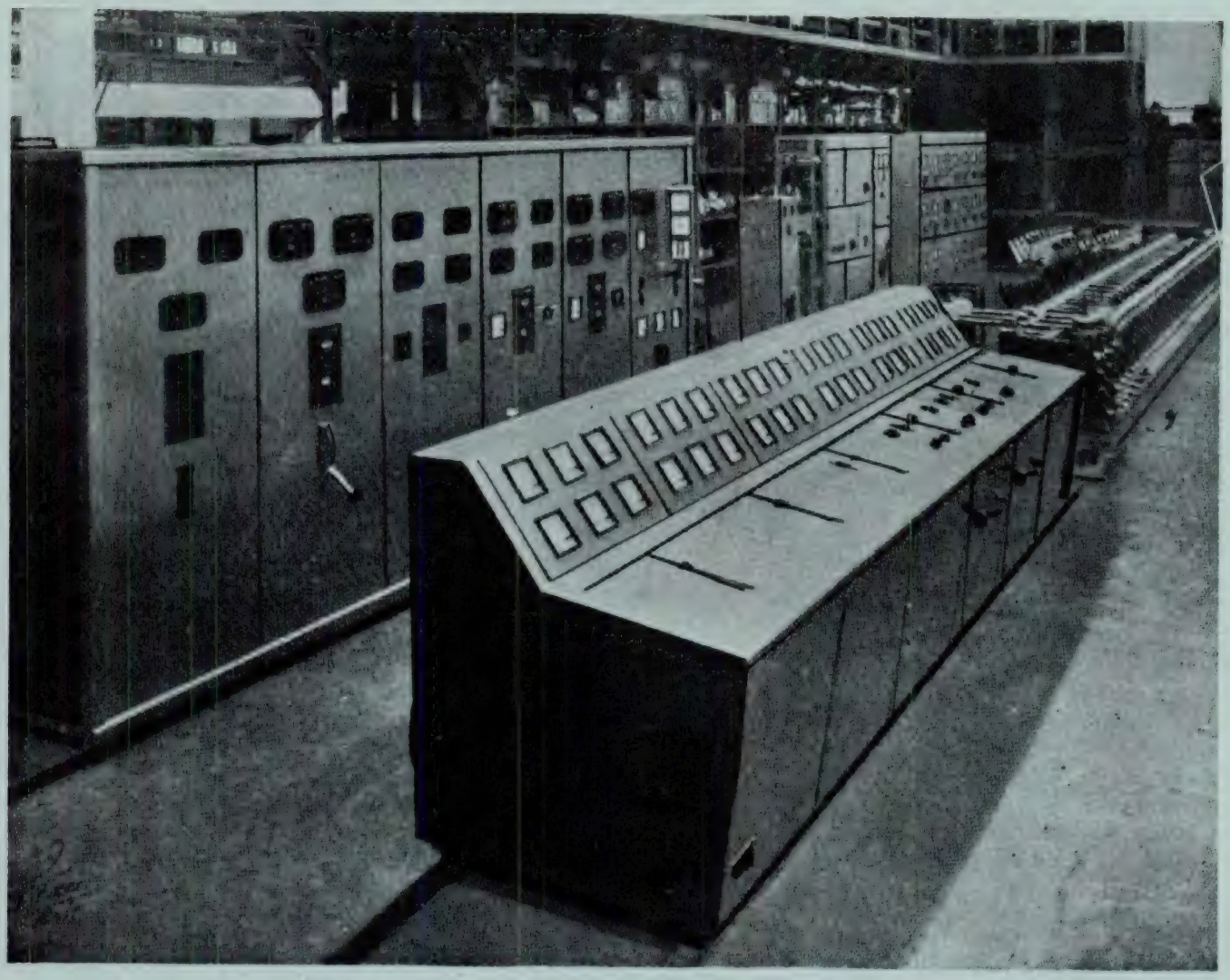
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

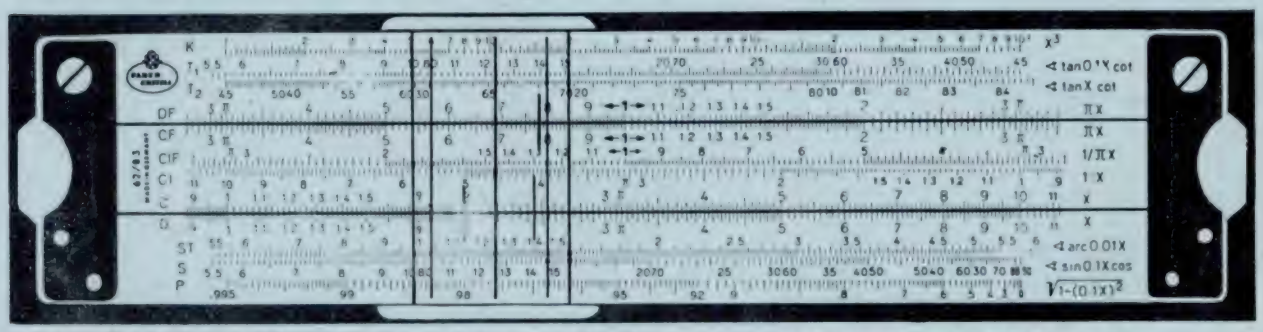
- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

Uma Régua de Cálculo de Bolso (escala de 12,5 cms), na qual se podem fazer múltiplos cálculos com a exactidão de uma régua de 25 cms.

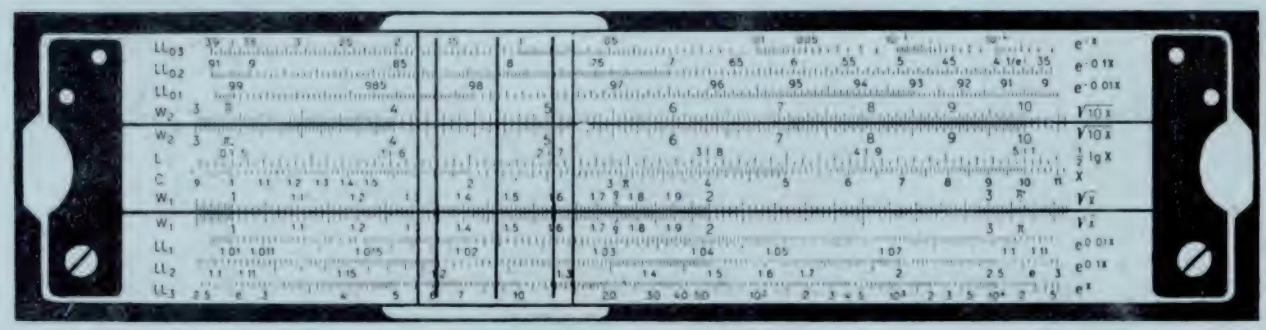
CASTELL-NOVO-BIPLEX 62/83

O mais moderno auxiliar para os seus estudos e para a sua profissão.

A novidade mais importante reside nas escalas de raízes W_1, W_1', W_2, W_2', que possibilitam uma exactidão de cálculo de 4 decimais, por ser interrompida a divisão em $\sqrt{10} = 3{,}16$ e repartida em dois pares de escalas.



Parte dianteira: Além da aprovada escala de T_2 para valores tangenciais e de ângulos maiores do que 45°, temos ainda as escalas CF e DF e a escala recíproca CIF, todas deslocadas por π.



Parte trazeira: Seis escalas exponenciais para o cálculo com expoentes positivos e negativos, e uma escala elementar C que trabalha em conjunto com as escalas exponenciais. Com referência às escalas de raízes, esta escala elementar C exerce as funções de escala de quadrados.

A matéria plástica Geroplast da qual é feita a régua de cálculo, mantem-se inalterável em todos os climas, incluindo o clima tropical até 70° centígrados, não é inflamavel, é elástico e à prova de quebra. Desta maneira, Geroplast concentra em si todas as boas qualidades de um material plástico para uma régua de cálculo de alta qualidade.

Além: A CASTELL-NOVO-BIPLEX 2/83
Uma régua de 25 cms com a exactidão de uma régua de 50 cms.

A. W. FABER-CASTELL · STEIN BEI NÜRNBERG · ALLEMANHA

C. D. U. 661.257 — 52

ESTUDO DE UM SISTEMA DE COMANDO AUTOMÁTICO PARA O CIRCUITO DE SECAGEM E ABSORÇÃO DE UMA FÁBRICA DE ÁCIDO SULFÚRICO

por VIRGÍLIO IGREJA
Eng.º Electrotécnico
(Chefe do Dep. «Automação» do Centro de Investigação da C. U. F.)

(Continuação)

3.1.3. — Ensaios na fábrica

A dedução do tipo da matriz de transferência, feita anteriormente, permitiu determinar a forma dos elementos dessa matriz; os ensaios na fábrica, descritos nesta secção, permitiram determinar os valores numéricos das constantes incluídas nesses elementos.

Note-se, contudo, que pelo facto de terem sido feitos os ensaios com as válvulas de comando manual existentes na fábrica e não ter sido possível medir os valores dos caudais respectivos, determinaram-se as variações provocadas nas posições m_i das válvulas e não os correspondentes caudais q_i; quere dizer: determinou-se $P' = PV$ e não P. Mas se admitirmos que na zona de funcionamento relativo a estes ensaios, existe proporcionalidade entre os caudais q_i e as posições m_i das válvulas, a matriz P fica conhecida a menos constantes V_{ij} que se podem sempre determinar.

Efectuaram-se quatro ensaios. Em cada um deles provocou-se uma variação do tipo impulsão a uma das entradas q_{v_i} (através de m_i) e registaram-se as resultantes respostas transitórias para as quatro saídas y_i ($i = 1, 2, 3, 4$). As variações dos níveis das torres de secagem e de absorção foram apreciadas, através de duas escalas de 200 mm (— 100 mm, 0, + 100 mm) associadas aos tubos visores de nível, por dois operadores munidos de cronómetros. Para a determinação das concentrações, foram recolhidas, por cada ensaio, 15 amostras (com intervalos de tempo entre as recolhas indicadas adiante) que foram, a seguir, analisadas. Cada um dos ensaios efectuados foram precedidos de ensaios prévios destinados a determinar a abertura e o tempo de manobra mais convenientes para cada uma das válvulas, de modo a não serem excedidos os valores máximos permitidos para as saídas. Conduziram ainda, estes ensaios prévios, à escolha dos instantes mais adequados às colheitas das amostras utilizadas na determinação das concentrações.

As variações provocadas nas variáveis m_i definem-se pelas seguintes funções, onde se exprimem m_i em rotações (abertura) e t em minutos:

$$\begin{aligned} m_1 &= 0 & 15 \leqslant t \leqslant 0 \\ m_1 &= 1{,}25 & 0 < t < 15 \end{aligned} \tag{36}$$

$$\begin{aligned} m_2 &= 0{,}25 & 5 \leqslant t \leqslant 0 \\ m_2 &= 1{,}25 & 0 < t < 5 \end{aligned} \tag{37}$$

$$\begin{aligned} m_3 &= 1 & 2 \leqslant t \leqslant 0 \\ m_3 &= 2 & 0 < t < 2 \end{aligned} \tag{38}$$

$$\begin{aligned} m_4 &= 0{,}25 & 15 \leqslant t \leqslant 0 \\ m_4 &= 0{,}75 & 0 < t < 15 \end{aligned} \tag{39}$$

Estas funções têm as seguintes transformadas de Laplace

$$M_1(s) = 1{,}25\,\frac{1 - e^{-15\,s}}{s} \tag{40}$$

$$M_2(s) = \frac{1 - e^{-5\,s}}{s} \tag{41}$$

$$M_3(s) = \frac{1 - e^{-2\,s}}{s} \tag{42}$$

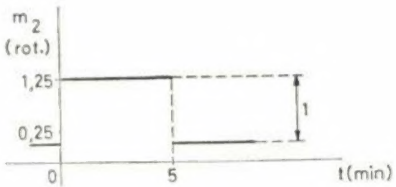
$$M_4(s) = 0{,}5\,\frac{1 - e^{-15\,s}}{s} \tag{43}$$

Os resultados obtidos encontram-se registados nos quadros I a IV.

QUADRO I

ENSAIO N.º 1

Entrada : m_2 (t)

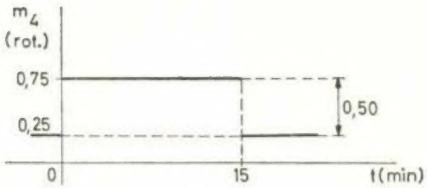


t (min)	y_1 (%)	t (s)	y_2 (mm)	t (min)	y_3 (%)	t (s)	y_4 (mm)
— 5,0	91,70	0	— 100	— 5,0	99,30	0	+ 100
0,0	91,50	10	— 98	0,0	99,40	10	+ 95
5,0	91,40	20	— 90	5,0	99,40	20	+ 80
8,0	91,40	40	— 70	10,0	99,30	60	+ 60
10,0	91,50	60	— 55	13,0	99,40	80	+ 45
11,5	92,80	80	— 33	15,0	99,40	120	+ 13
13,0	93,50	100	— 23	17,0	99,40	140	— 3
14,5	93,40	120	— 10	18,0	99,40	180	— 35
17,5	91,70	140	+ 7	19,5	99,60	220	— 69
19,0	91,90	160	+ 23	21,0	99,60	260	— 100
22,0	91,70	180	+ 36	22,5	99,50	300	— 132
25,0	91,80	200	+ 52	24,0	99,40	340	— 136
30,0	92,10	220	+ 69	27,0	99,40	540	— 140
35,0	92,20	240	+ 83	30,0	99,40	1200	— 144
—	—	260	+ 100	35,0	99,30	1810	— 144
—	—	280	+ 113	—	—	—	—
—	—	300	+ 128	—	—	—	—
—	—	310	+ 134	—	—	—	—
—	—	340	+ 134	—	—	—	—
—	—	540	+ 135	—	—	—	—
—	—	1200	+ 140	—	—	—	—
—	—	1860	+ 135	—	—	—	—

QUADRO II

ENSAIO N.º 2

Entrada: m_4 (t)



t (min)	y_1 (%)	t (s)	y_2 (mm)	t (min)	y_3 (%)	t (s)	y_4 (mm)
— 3,0	87,50	0	+ 23	— 4,0	99,30	0	+ 100
0,0	87,20	20	+ 22	0,0	99,30	20	+ 100
3,0	87,10	60	+ 22	1,0	99,20	60	+ 93
6,0	87,00	180	+ 20	6,0	99,30	180	+ 70
9,0	87,00	360	+ 22	12,0	99,20	360	+ 38
12,0	87,00	540	+ 20	18,0	99,30	540	+ 4
15,0	87,00	720	+ 20	21,0	99,20	720	— 28
18,0	86,90	900	+ 20	24,0	99,20	900	— 60
21,0	86,90	1320	+ 20	27,0	99,20	1320	— 62
24,0	87,00	1800	+ 18	30,0	99,10	1800	— 60
27,0	86,90	—	—	36,0	99,10	—	—
30,0	86,80	—	—	40,0	99,10	—	—
33,0	86,60	—	—	—	—	—	—
36,0	86,60	—	—	—	—	—	—
39,0	86,60	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

3.1.4. Interpretação dos resultados

O registo gráfico dos resultados obtidos não permite traçar, imediatamente, as curvas que definem as respostas transitórias do processo às entradas impostas na realização dos ensaios. Com efeito, dado que estes ensaios se prolongam por intervalos de tempo apreciáveis, é de esperar que os seus resultados incluam, não só aquelas respostas, mas também as de algumas perturbações, alheias aos ensaios, provocadas, entretanto, no processo. Toma, então, importância, o conhecimento da forma geral dos elementos da matriz de transferência, obtido anteriormente. De facto, desse conhecimento e através dos significados físicos de cada um dos termos dos elementos da matriz, é possível interpretar os resultados obtidos e determinar aqueles termos que, efectivamente, contribuem para a forma final da matriz de transferência procurada.

O significado físico dos termos dos elementos (10) é imediato; da análise das expressões (25) e (26), resulta o seguinte:

$$\frac{C_4\, C_{11}}{sV_s + q_{B_1}}\, e^{-t_1 s}$$

: Influência da variação de y_1 sobre a própria variável y_1, proveniente da realimentação q_{12} do circuito de secagem (v. figura 11).

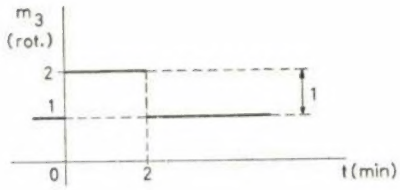
$$\frac{C_5\, C_7 \,.\, e^{-(t_1 + t)s}}{1 - \dfrac{C_6\, C_{11}}{sV_s + q_{B_2}}\, e^{-t_2 s}}$$

: Influência da variação de y_1 sobre a própria variável y_1, proveniente da realimentação feita através do circuito de absorção e devido à variação de y_3 em q_{v_2}.

QUADRO III

ENSAIO N.º 3

Entrada: m_3 (t)



t (min)	y_1 (%)	t (s)	y_2 (mm)	t (min)	y_3 (%)	t (s)	y_4 (mm)
0,0	90,00	0	+ 120	0,0	99,10	0	— 100
1,5	89,80	20	+ 95	1,5	99,20	5	— 90
4,0	89,80	40	+ 60	4,0	99,20	10	— 85
6,0	89,80	60	+ 30	6,0	99,10	20	— 70
8,0	89,70	100	— 21	8,0	98,60	40	— 45
10,0	89,70	120	— 45	10,0	99,10	60	— 15
12,0	89,70	140	— 51	12,0	99,10	80	+ 15
14,0	89,70	160	— 52	14,0	98,90	100	+ 44
16,0	89,60	180	— 52	16,0	98,90	120	+ 70
18,0	89,60	200	— 52	18,0	99,00	140	+ 70
20,0	89,60	220	— 54	20,0	99,00	160	+ 73
22,0	89,60	240	— 53	22,0	99,00	180	+ 75
24,0	89,60	300	— 50	24,0	99,00	200	+ 73
26,0	89,40	360	— 49	28,0	99,10	220	+ 73
28,0	89,50	—	—	36,0	99,00	240	+ 72
—	—	—	—	—	—	300	+ 75
—	—	—	—	—	—	—	—

$$\frac{C_{v_1} \cdot C_{11}}{sV_s + q_{B_1}} e^{-t_1 s}$$: Influência directa sobre y_1 da variação de q_{v_1}.

$$C_{v_2} \cdot e^{-t_1 s}$$: Influência directa sobre y_1 da variação de q_{v_2}.

$$\frac{C_5 \cdot C'_{v_2} \cdot C_{31} e^{-(t_1 + t_2) s}}{\left(1 - \frac{C_6 C_{11}}{sV_a + q_{B_1}} e^{-t_2 s}\right)\left(sV_a + q_{B_2}\right)}$$: Influência indirecta da variação de q_{v_2} sobre y_1, através da variação de y_3 em q_{v_2}.

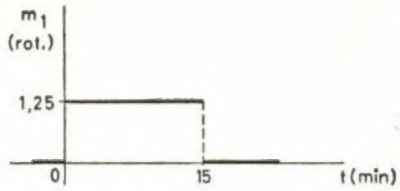
$$\frac{C_{v_3} \cdot C_{11}}{sV_s + q_{B_1}} e^{-t_1 s}$$: Influência directa sobre y_1 da variação de q_{v_3}.

$$\frac{C_5 \cdot C'_{v_3} \cdot e^{-(t_1 + t_2) s}}{1 - \frac{C_6 C_{11}}{sV_a + q_{B_2}} e^{-t_2 s}}$$: Influência indirecta da variação de q_{v_3} sobre y_1, através da variação de y_3 em q_{v_2}.

QUADRO IV

ENSAIO n.º 4

Entrada: $m_1(t)$



t (min)	y_1 (%)	t (s)	y_2 (mm)	t (min)	y_3 (%)	t (s)	y_4 (mm)
0,0	91,30	0	+ 0	0,0	99,40	0	0
3,0	91,30	180	+ 10	5,0	99,40	120	5
10,0	91,30	300	+ 17	10,0	99,40	240	6
14,0	91,00	420	+ 30	15,5	99,40	360	4
16,0	90,70	540	+ 37	20,0	99,50	480	5
17,0	90,20	660	+ 47	25,0	99,50	600	6
19,0	89,90	780	+ 56	28,0	99,50	720	6
21,0	89,90	900	+ 63	30,0	99,40	960	7
24,0	89,80	1020	+ 67	32,0	99,40	1200	6
29,0	90,40	1140	+ 67	34,0	99,40	1800	7
36,0	90,80	1500	+ 67	36,0	99,50	—	—
—	—	1860	+ 62	40,0	99,50	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

$$\frac{C_5 \cdot C_{v_4} \cdot C_{31} \cdot e^{-(t_1+t_2)s}}{\left(1 - \frac{C_6 C_{11}}{sV_a + q_{B_2}} e^{-t_2 s}\right)\left(sV_a + q_{B_2}\right)}$$

: Influência indirecta de q_{v_4} sobre y_1 através da variação de y_3 em q_{v_2}.

$$\frac{C_6 C_{11}}{sV_a + q_{B_2}} e^{-t_1 s}$$

: Influência da variação de y_3 sobre a própria variável y_3, proveniente da realimentação q_{22} do circuito de absorção.

$$\frac{C_7 C_5 e^{-(t_1+t_2)s}}{1 - \frac{C_4 C_{11}}{sV_s + q_{B_1}} e^{-t_1 s}}$$

: influência da variação de y_3 sobre a própria variável y_3, proveniente da realimentação feita através do circuito de secagem e devida à variação de y_1 em q_{v_3}.

$$\frac{C_{v_1} C_{11} C_7 e^{-(t_1+t_2)s}}{\left(sV_s + q_{B_1}\right)\left(1 - \frac{C_4 C_{11}}{sV_s + q_{B_1}} e^{-t_1 s}\right)}$$

: Influência indirecta da variação de q_{v_1} sobre y_3, através da variação de y_1 em q_{v_3}.

$$\frac{C'_{v_2} C_{31}}{sV_a + q_{B_2}} e^{-t_2 s}$$

: Influência directa sobre y_3 da variação de q_{v_3}.

$$\frac{C_7 C'_{v_2} e^{-(t_1+t_2)s}}{1 - \frac{C_4 C_{11}}{sV_s + q_{B_1}} e^{-t_1 s}}$$

: Influência indirecta da variação de q_{v_2} sobre y_3, através da variação de y_1 em q_{v_3}.